

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS  
ENGENHARIA MECÂNICA  
LARISSA ALMEIDA DIAS**

**GESTÃO DE PROJETOS APLICADA EM INDÚSTRIAS DE MÁQUINAS E  
EQUIPAMENTOS PARA A SEGURANÇA DOS FUNCIONÁRIOS**

**Varginha  
2021**

**LARISSA ALMEIDA DIAS**

**GESTÃO DE PROJETOS APLICADA EM INDÚSTRIAS DE MÁQUINAS E  
EQUIPAMENTOS PARA A SEGURANÇA DOS FUNCIONÁRIOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel, sob a orientação do Prof. Me. João Mário Mendes de Freitas.

**Varginha**

**2021**

**LARISSA ALMEIDA DIAS**

**GESTÃO DE PROJETOS APLICADA EM INDÚSTRIAS DE MÁQUINAS E  
EQUIPAMENTOS PARA A SEGURANÇA DOS FUNCIONÁRIOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel pela Banca Examinadora composta pelos membros:

Aprovado em     /     /

---

Prof. Me. João Mário Mendes de Freitas

---

Prof.

---

Prof.

OBS.:

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, pois sem Ele nada seria possível e eu não estaria aqui comemorando essa conquista com meus pais e familiares. Dedico este trabalho também aos meus pais e irmão por todo incentivo que me deram e pelo esforço em conjunto durante todos esses anos a fim de me apoiar e ajudar em todos os momentos.

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço a Deus por ter me proporcionado saúde e determinação para que eu pudesse conquistar meus objetivos. Agradeço ao meu pai por todo esforço e dedicação em me proporcionar a realização desse sonho através de seu trabalho, à minha mãe por ter me apoiado e me incentivado em vários momentos e ao meu irmão por sempre me encorajar a lutar por meus sonhos. Agradeço aos meus amigos e colegas por me apoiarem e não me deixarem desistir. Agradeço aos meus professores, coordenador de curso e ao meu orientador por todo conhecimento transmitido a mim e pela amizade que construímos durante essa jornada acadêmica.

“Todos os nossos sonhos podem se tornar realidade se tivermos a coragem de perseguí-los.”

Walt Disney

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo apresentar um projeto que utilize a ferramenta de gestão Project Management Body of Knowledge (PMBOK) para a reestruturação do ambiente de trabalho de um armazém de café e que ofereça eficiência através de um projeto bem detalhado, cujo objetivo específico esteja relacionado com a adequação desse armazém à norma NR12 e a de armazenagem, certificando a proteção dos funcionários e mantendo a qualidade dos grãos. O intuito é apresentar a ferramenta de gestão PMBOK de forma que auxilie na elaboração do projeto para a estruturação do problema e da solução que pode ser implantada; apresentar um arranjo físico de acordo com o perfil da empresa ou indústria; desenvolver um *layout* que detalhe a organização do armazém de café, visando o posicionamento dos equipamentos, apresentar as possíveis melhorias da implantação do projeto em relação ao *layout* e sistema de trabalho anterior, que visa demonstrar a confiabilidade e a segurança dos funcionários, e por fim descrever os principais pontos que devem ser considerados na NR12 e na norma de Armazenagem 30.101 compatíveis com armazéns de café. As etapas pré-determinadas durante o planejamento do projeto através da utilização da ferramenta PMBOK são responsáveis por modificar e aperfeiçoar a disposição dos equipamentos e dos produtos conservados no armazém de café para adquirir um ambiente de trabalho mais harmonioso, seguro e produtivo de acordo com as normas pré-estabelecidas. Com as informações adquiridas durante a determinação do objetivo do projeto foi possível desenvolver um arranjo físico adequado para esse armazém que atenda às necessidades do processo utilizado. Os benefícios causados por esse projeto são a segurança dos funcionários, conservação adequada do café, facilidade de acesso e localização das sacas.

**Palavras chave:** Norma regulamentadora. Gestão de Projetos. Arranjo físico.

## **ABSTRACT**

*This work objective to present a project that uses the Project Management Body of Knowledge (PMBOK) management tool for the restructuring of the work environment of a coffee warehouse and that offers efficiency through a well-detailed project, whose specific objective is related to the adequacy of this warehouse to the NR12 standard and the storage standard, certifying the protection of employees and maintaining grain quality. The objective is to present the PMBOK management tool in a way that assists in the elaboration of the project for the structuring of the problem and the solution that can be implemented; present a physical arrangement according to the profile of the company or industry; develop a layout that details the organization of the coffee warehouse, aiming at the positioning of the equipment, present the possible improvements of the implementation of the project in relation to the layout and previous work system, which aims to demonstrate the reliability and safety of employees, and finally describe the main points that should be considered in NR12 and the standard Storage 30.101 compatible with coffee warehouses. The predetermined steps during project planning through the use of the PMBOK tool are responsible for modifying and improving the layout of the equipment and products stored in the coffee warehouse to get a more harmonious, safe and productive work environment in accordance with the pre-established standards. With the information acquired during the determination of the project objective it was possible to develop an appropriate physical arrangement for this warehouse that meets the needs of the process used. The benefits caused by this project are the safety of employees, proper conservation of coffee, ease of access and location of bags.*

**Keywords:** *Regulatory standard. Project management. Physical arrangement.*

## LISTAS DE FIGURAS

Figura 01: Ciclo de vida do projeto.....	14
Figura 02: Funções do PMO.....	15
Figura 03: Estrutura hierárquica da organização de projetos.....	17
Figura 04: Exemplo de interações de Grupo de Processos em um projeto.....	19
Figura 05: Arranjo físico em forma de U.....	24
Figura 06: Arranjo físico por processo.....	25
Figura 07: Arranjo físico por célula.....	27
Figura 08: Representação física dos módulos de arranjo físico modular.....	32
Figura 09: Comparação entre arranjo físico funcional e distribuído.....	33
Figura 10: Arranjo físico parcialmente distribuído.....	34
Figura 11: Macro etapas do modelo proposto de projeto de <i>layout</i> .....	35
Figura 12: Exemplo didático de um mapa de fluxo de valor.....	37
Figura 13: Vista frontal do armazém de café.....	45
Figura 14: Vista lateral da parte de fora do armazém.....	45
Figura 15: Vista interior do armazém de café.....	46
Figura 16: Maquinário para o beneficiamento dos grãos.....	46
Figura 17: <i>Layout</i> atual do armazém.....	52
Figura 18: Proposta de novo <i>layout</i> .....	54

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2 GESTÃO DE PROJETOS.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Projetos.....</b>	<b>13</b>
2.1.1 Partes interessadas.....	14
2.1.2 Project Management Office.....	15
2.1.3 Organização de um projeto.....	16
2.1.4 Metodologias dos projetos.....	17
<b>2.2 Gerenciamento de Projetos.....</b>	<b>18</b>
2.2.1 Processos.....	18
2.2.1.1 Grupo de Processos de Iniciação.....	19
2.2.1.2 Grupo de Processos de Planejamento.....	20
2.2.1.3 Grupo de Processos de Execução.....	20
2.2.1.4 Grupo de Processos de Monitoramento e Controle.....	21
2.2.1.5 Grupo de Processos de Encerramento.....	21
<b>3 ARRANJO FÍSICO.....</b>	<b>22</b>
<b>3.1 Tipos básicos de arranjo físico.....</b>	<b>23</b>
3.1.1 Arranjo por produto ou em linha.....	23
3.1.2 Arranjo físico por processo ou funcional.....	24
3.1.3 Arranjo físico celular.....	26
3.1.4 Arranjo por posição fixa.....	28
3.1.5 Arranjo físico misto.....	28
<b>3.2 Determinação da quantidade de equipamentos.....</b>	<b>29</b>
<b>3.3 Volume-variedade e tipo de arranjo físico.....</b>	<b>29</b>
<b>3.4 Selecionando o tipo de arranjo físico.....</b>	<b>30</b>
<b>3.5 Novos arranjos físicos.....</b>	<b>31</b>
3.5.1 Arranjo físico modular.....	31
3.5.2 Arranjo físico ágil.....	33
3.5.3 Arranjo físico distribuído.....	33
<b>3.6 Modelo de análise, projeto e implantação de <i>layout</i>.....</b>	<b>34</b>

3.6.1 Levantamento da situação atual.....	35
3.6.2 Projeto da situação futura (projeto do novo <i>layout</i> ).....	37
3.6.3 Implantação e acompanhamento.....	38
<b>3.7 Fluxo de materiais.....</b>	<b>39</b>
<b>3.8 Fluxo de informações.....</b>	<b>39</b>
<b>4 NORMAS REGULAMENTADORAS.....</b>	<b>41</b>
<b>4.1 Norma Regulamentadora NR12.....</b>	<b>41</b>
4.1.1 Estrutura física e instalações.....	42
<b>4.2 Armazenagem 30.101.....</b>	<b>42</b>
<b>5 METODOLOGIA.....</b>	<b>44</b>
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>48</b>
<b>6.1 Fase de iniciação.....</b>	<b>48</b>
<b>6.2 Fase de planejamento.....</b>	<b>50</b>
<b>6.3 Fase de execução.....</b>	<b>53</b>
<b>6.4 Fase de monitoramento e controle.....</b>	<b>55</b>
<b>6.5 Fase de encerramento.....</b>	<b>55</b>
<b>7 CONCLUSÃO.....</b>	<b>56</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>57</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os armazéns de café são depósitos ou barracões construídos para a armazenagem adequada deste produto. Eles podem ser administrados pelo setor privado ou pela administração pública, um exemplo de armazém são as Cooperativas. Os armazéns são organizados por normas que definem como deve ser realizada a armazenagem adequada do café e insumos, de forma que garanta a qualidade do grão, o fluxo eficiente do produto e mantenha a segurança. A qualidade do café influencia no seu valor aquisitivo e depende da forma que ele é armazenado.

A estocagem é feita em saco de juta ou em big-bags, embalagens com grande capacidade de armazenamento. Cada tipo de acondicionamento tem vantagem e desvantagem, pode-se perceber que os sacos de juta apresentam como vantagem a capacidade de empilhar bastante quantidade de sacos e como desvantagem menor quantidade de empacotamento dos grãos. Os big-bags tem como vantagem a facilidade de manuseio por máquinas e diminuição da mão de obra, e a desvantagem é a impossibilidade de empilhar muitas unidades, devido as suas dimensões.

Um armazém de café apresenta grandes dimensões, mas em período de colheitas ou após elas, esse espaço disponível pode ser reduzido drasticamente devido ao grande volume de grãos que é destinado a esses locais para a sua estocagem até o momento da venda. Além dos grãos de café que são guardados nos armazéns, existem máquinas e equipamentos que são utilizados no deslocamento e manuseio dos sacos ou big-bags, como esteiras, empilhadeira, paleteiras e até movimento de caminhões para carga e descarga.

Os depósitos e barracões são construídos de acordo as normas de armazenagem e segurança que possuem uma regulamentação específica ou setorial. Essas normas tem a função de determinar como deve ser disposto os equipamentos, máquinas e o produto armazenado. A norma regulamentadora NR12 contém regras que devem ser empregadas a fim de salvaguardar a segurança dos funcionários quanto a sua circulação nos locais de trabalho e a circulação de máquinas e produtos.

A implantação de mudanças estruturais necessárias para adequar o ambiente de forma que atenda as normas é complexa, desta forma é utilizado a ferramenta Project Management Body of Knowledge (PMBOK) que tem como aplicabilidade gerenciar quais e como devem ser executadas as etapas para que atenda todos os requisitos sem deixar de cumprir algum deles.

A ferramenta de gestão PMBOK tem como objetivo auxiliar no projeto para a reestruturação física do armazém de café a fim de adequá-lo à NR12 e à norma de Armazenagem 30.101 que especifica como deve ser realizada a armazenagem dos grãos e

sementes em um armazém. Essa ferramenta ajuda no planejamento e desempenho do projeto enquanto ele está em andamento, evitando o não cumprimento de alguma etapa e com isso a finalização adequada e alcance dos benefícios esperados.

A finalidade desse projeto é apresentar de forma prática a ferramenta de gestão PMBOK aplicada em um projeto de armazém de café a fim de reestruturar o arranjo físico e demonstrar como ela beneficia o projeto, favorece na identificação de um possível *layout* e detalha a organização desse armazém.

O desenvolvimento do projeto através da elaboração do referencial teórico contém conhecimentos importantes em relação ao assunto tratado e como são realizados os projetos, as pessoas responsáveis pelo seu desenvolvimento, coleta de informações, interpretação e compartilhamentos dos resultados. Os processos que são envolvidos na ferramenta de gestão trabalham com etapas que abrangem atividades do início ao fim do projeto.

É abordado também os arranjos físicos, a determinação da quantidade de equipamentos por local ou processo, explicação da funcionalidade e classificação dos *layouts*, e como é realizado a escolha do melhor arranjo conforme o fluxo de produto e processo. Bem como os novos arranjos físicos, a maneira que deve ser realizado a análise e implantação do novo modelo de *layout*, a importância do fluxo de materiais e informações, e as normas regulamentadora NR12 e Armazenagem 30.101 que são essenciais para o desenvolvimento da reestruturação do novo arranjo físico. Na metodologia é apresentado as informações sobre a empresa que foi alvo do projeto, como os dados foram coletados e interpretados para que nos resultados e discussão seja apresentado a proposta de melhoria e os benefícios para o processo. E ao final a interpretação da proposta do novo *layout*.

## **2 GESTÃO DE PROJETOS**

Gestão de projetos é uma ferramenta utilizada no desenvolvimento de projetos a fim de auxiliar no controle e manuseio das informações que são desenvolvidas antes, durante e depois do início do projeto (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

### **2.1 Projetos**

O projeto é uma descrição detalhada de como deve ser realizado uma estratégia a fim de alcançar um objetivo específico podendo ser um serviço, produto ou ação única. Ele é desenvolvido por uma única pessoa/organização ou um grupo de pessoas/organizações com a finalidade de executar propostas através da atribuição de demandas e entregas, que podem ser etapas do projeto, produto final ou serviço. Entre essas entregas estão a correção de um produto, serviço, documento ou a combinação de um ou mais produtos, serviços ou resultados (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

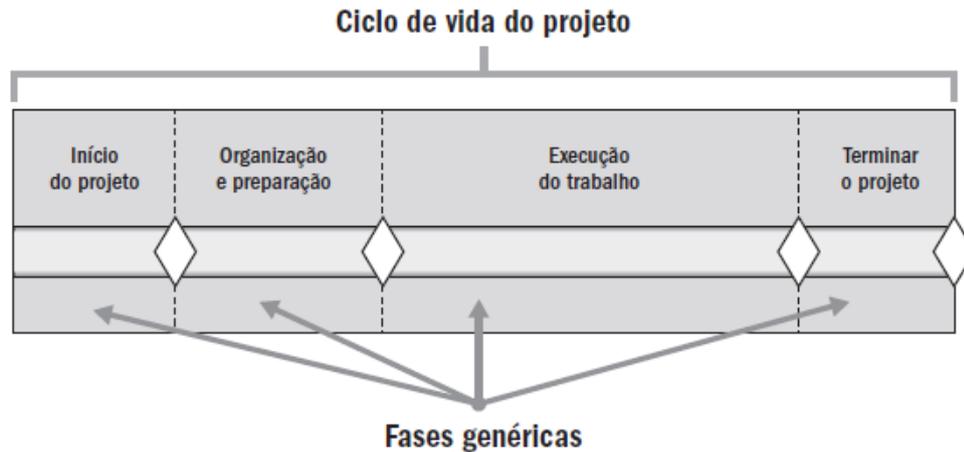
O prazo para a realização do projeto compreende desde a data de início e término deste, a fim alcançar os objetivos propostos, sendo assim os projetos podem ser considerados temporários, pois tem data para iniciar e finalizar. O início desse projeto acontece em resposta aos fatores que afetam as instituições. Mas eles podem encerrar antes de cumprir o objetivo, devido aos recursos estarem esgotados ou não puderem ser mais acessíveis, não atenderem mais as necessidades, os recursos físicos ou humanos não estejam mais disponíveis, ou tenha que ser encerrado devido a conveniência ou leis que o proíbem ou o interrompem.

No desenvolvimento de um projeto que visa uma solução; os conhecimentos e experiência do responsável pela elaboração do projeto vai definir as características econômicas, técnicas e sustentáveis do produto ou serviço conforme as características do usuário e do fabricante. Na elaboração de um projeto, o responsável visa compreender todos os campos de atividades, aplicar as leis e conhecimentos práticos a respeito da especialização ou ciência e desenvolvem situações pressupostas que direcionam a possíveis soluções (TERRIBILI FILHO, 2011).

O projeto é composto por um conjunto de procedimentos que são planejados de forma clara, específica e fundamentada. Ele pode ser adaptável ao problema e/ou fase do projeto que estão relacionadas com o conteúdo e a organização, que buscam a resposta dos problemas de projeto ou subtarefas específicas a fim de facilitar o trabalho, economia de tempo e evitar decisões erradas. Os projetos são desenvolvidos utilizando ciclo de vida para facilitar a

interação e desenvolvimento deste, como pode ser observado na figura 01, que compreende as fases de início do projeto, organização e preparação, execução do projeto e por último o término deste, conforme a cronologia do ciclo de vida do projeto (TERRIBILI FILHO, 2011).

Figura 01: Ciclo de vida do projeto.



Fonte: (TERRIBILI FILHO, 2011).

A fases demonstradas na figura 01 são genéricas pois elas representam a estruturação macro do projeto, e através destas fases são criadas ramificações com as fases mais específicas de cada etapa.

### 2.1.1 Partes interessadas

Todos os projetos possuem as pessoas a quem são destinadas a sua relevância, pois elas são o público de interesse do projeto. No desenvolvimento de um projeto há a necessidade de atender as expectativas do *sponsor* (patrocinador) e dos *stakeholders* (interessados). O patrocinador, como o próprio nome indica, é a pessoa ou grupo de pessoas responsáveis por financiar o projeto a fim de seja possível o seu desenvolvimento, seja por questões financeiras ou políticas (comando e domínio sobre o projeto na organização) (TERRIBILI FILHO, 2011).

Os *stakeholders* são as pessoas e organizações que estão envolvidos no projeto, que direta ou indiretamente influenciam no projeto e na entrega deste. Os interesses podem ser afetados de maneira positiva ou negativamente durante a realização do projeto ou na sua finalização. Alguns exemplos de interessados: patrocinador, gerente do projeto, fornecedores, clientes, equipe do projeto, usuários, governo e dependendo da temática, mídia e sociedade no geral (TERRIBILI FILHO, 2011).

Os *stakeholders* mais influentes na grande parte dos projetos são os gerentes de projeto, pois eles são os responsáveis pela realização do projeto, ou seja, gerenciar as tarefas; em segundo lugar quando relacionado o grau de influência estão os clientes, usuários e a equipe de projetos, pois eles são responsáveis pelo desenvolvimento do projeto. Os executivos e acionistas estão em terceiro lugar. E por fim ficam as associações, mídia, comunidade, seguradoras, entidades empresariais e o governo (NORO, 2012).

### 2.1.2 Project Management Office

O Project Management Office (PMO), intitulado como escritório de projetos, foi elaborado para aumentar a eficiência e êxito nas empresas e organizações. O PMO tem como atribuição auxiliar os níveis organizacionais, os gerentes de projeto, as equipes de projetos e as áreas funcionais. O seu papel influencia nos fatores organizacionais, dentre eles: gestão do portfólio de projetos, sistemas de informação, gestão do conhecimento e cultura organizacional, estratégia, redes de relacionamentos, operações e pessoas (OLIVEIRA, 2020).

A função do PMO é diferente em cada organização, pois ele pode ser atribuído como área de apoio ao gerenciamento de projetos, como também operar como órgão de execução de projetos. As funções do PMO são sete, como pode ser observado na figura 02 (TERRIBILI FILHO, 2011).

Figura 02: Funções do PMO.



Fonte: (TERRIBILI FILHO, 2011).

A definição das funções exercidas pelo PMO que são apresentadas na figura 02 são as seguintes:

- a) Metodologias, ferramentas e padrões: indicar e elaborar metodologias e padrões nos desenvolvimentos de procedimentos, documentações compartilhadas, políticas e formulários;
- b) indicadores e *targets*: determinar os indicadores de projetos, seguindo os desenvolvimentos até os resultados;
- c) suporte e acompanhamento: utilizar treinamentos para desenvolver suas competências contribuindo de forma técnica os gerentes de projetos;
- d) auditoria e *quality assurance*: acompanhar e auditar a implantação de políticas, formulários padronizados e uso de procedimentos;
- e) recursos humanos: controlar os recursos, distribuindo-os em todos os projetos que compõem o PMO, englobando os treinamentos, orientação de carreiras e *coaching*;
- f) *best practices*: divulgar as boas práticas quando identificadas, sejam elas internas ou externas;
- g) PMO: organizar e monitorar a comunicação entre os projetos.

### 2.1.3 Organização de um projeto

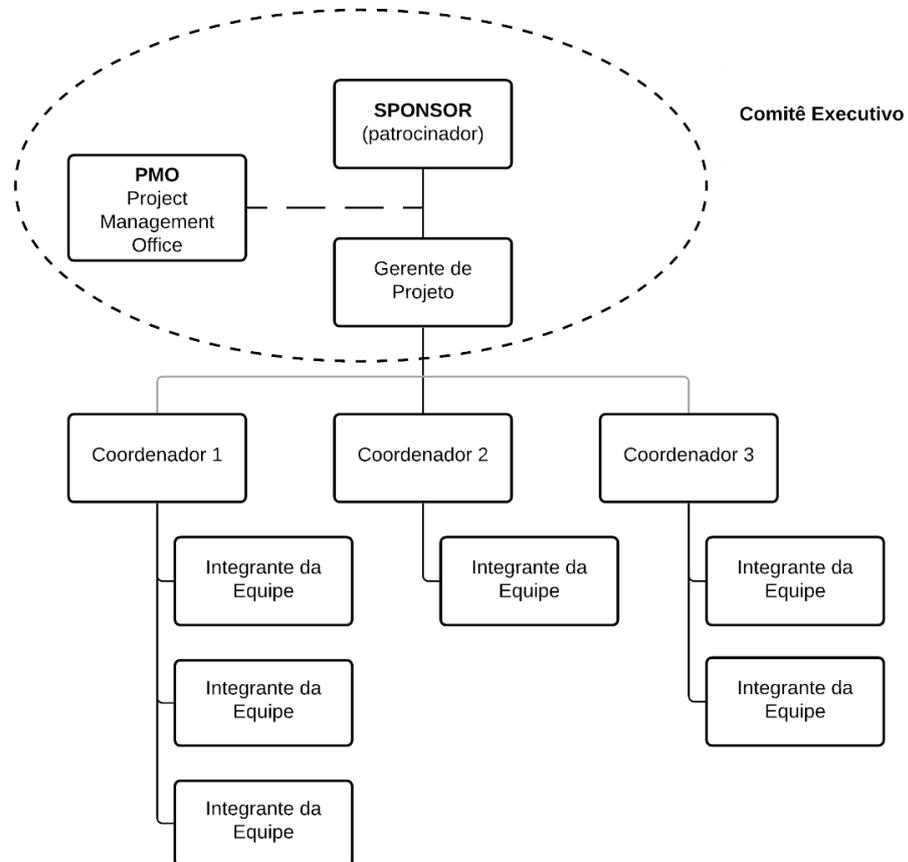
Todos os projetos que são desenvolvidos utilizam-se de um organograma (estrutura hierárquica) que é composto pelo patrocinador, gerente de projeto e equipe. A estrutura hierárquica é formada com o patrocinador no topo, gerente de projeto abaixo dele, logo após coordenadores e por fim os integrantes da equipe, como se observa na figura 03. Os coordenadores (*team leader*), são os responsáveis por uma determinada função, tendo como exemplo: coordenador de risco, coordenador da comunicação, coordenador dos requisitos, coordenador da validação e teste de qualidade, etc. Em projetos menores ou de baixa complexidade pode-se optar por dispor ou não um coordenador na estrutura de projeto (TERRIBILI FILHO, 2011).

O Comitê Executivo de um projeto é formado normalmente pelos *sponsors*, gerente de projeto e pela assistência do PMO (Project Management Office); e eles têm a autonomia nas decisões que estão diretamente relacionadas a direção do projeto e elas podem ser tomadas durante todo o desenvolvimento de um projeto.

A estrutura organizacional é um elemento da empresa que tem potencial de prejudicar os recursos e influenciar no desenvolvimento dos projetos. As estruturas organizacionais se diversificam de funcionais às orientadas a projetos, compostas de estruturas matriciais ou complexas. A natureza e estrutura da organização influenciam na forma com que os projetos são planejados, priorizados e executados. Nas estruturas organizacionais funcionais os recursos

são organizados em departamentos, já as orientadas a projetos são predominantemente estratégicas (SIQUEIRA, CRISPIM, GASPAR, 2017).

Figura 03: Estrutura hierárquica da organização de projetos.



Fonte: (TERRIBILI FILHO, 2011).

A figura 03 apresentada demonstra de forma clara como é estruturado a hierarquia dos responsáveis por desenvolver o projeto levando em consideração a posição de cada membro conforme suas atribuições.

#### 2.1.4 Metodologias dos projetos

As metodologias dos projetos são voltadas aos processos e organizada de forma que as fontes de variações são reconhecíveis e podem ser solucionadas por meio de medição contínua e aperfeiçoamento de processos. O ponto central é obter processos otimizados e repetíveis. Eles têm como fundamento sistemas resistentes e são melhor utilizados em ambientes onde é possível identificar claramente os problemas, antecipar soluções e otimizá-las. Essa metodologia faz com que o desenvolvimento torne a atividade eficiente e preditiva, a fim de conseguir alcançar a perfeição (ALMEIDA, 2017).

Estruturas tradicionais, conhecida como estruturas simples, são uma organização segmentada por departamentos, onde a autoridade do processo decisório se concentra em um grupo pouco ordenado de empregados ou indivíduos. As suas características são baixo nível de formalização, grande amplitude de controle, especialização elevada e comunicação vertical. Sua principal característica e ponto forte está na sua simplicidade; agora seu ponto fraco é que só pode ser adotada pelas pequenas empresas.

Com a mudança no mercado e os requisitos dos sistemas, fez-se necessário o desenvolvimento de uma metodologia que podem ser adaptáveis a essas mudanças, por essa razão surgiu o estilo ágil, que trabalha com as mudanças inovadoras que estão surgindo. As metodologias ágeis apresentam etapas iterativas (vários ciclos incrementais), maior desenvolvimento e menor documentação, funções menos definidas ou mudanças entre as atribuições dos membros da equipe, comunicação menos formal e maior aceitação as mudanças durante os processos de desenvolvimento do projeto (ALMEIDA, 2017).

## **2.2 Gerenciamento de Projetos**

O gerenciamento de projeto é “a aplicação de métodos, ferramentas, técnicas e competências para um projeto. O gerenciamento de projetos inclui a integração de várias fases do ciclo de vida do projeto” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019, p. 5). Em concordância o Guia PMBOK declara que:

Gerenciamento de projetos é a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas de atividades do projeto a fim de atender aos seus requisitos. O gerenciamento de projetos é realizado através da aplicação e integração apropriadas dos processos de gerenciamento de projetos identificados para o projeto (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017, p. 579).

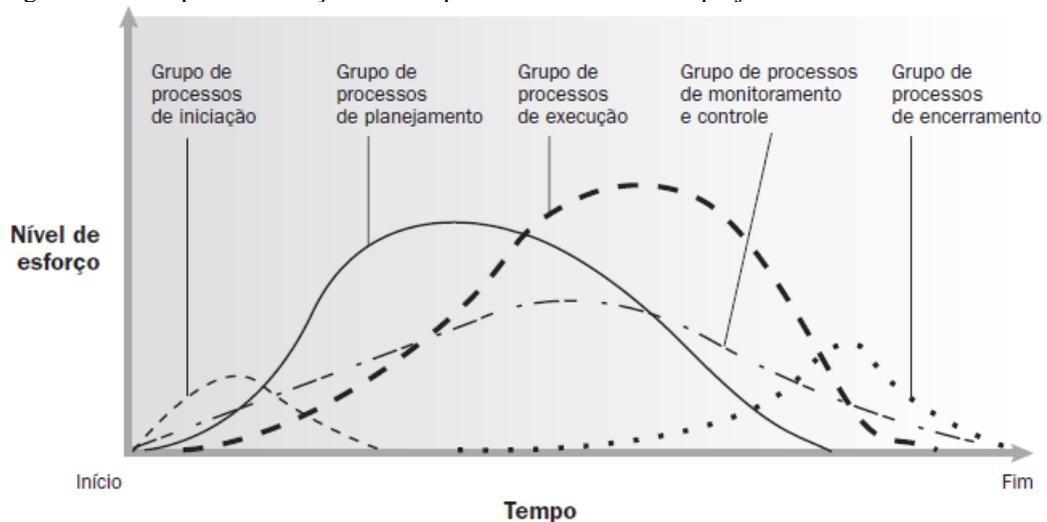
Desta forma, percebe-se que o gerenciamento de projetos é um ponto crucial para o desenvolvimento de projetos, pois ele é responsável por integrar todas as fases do projeto de forma que se encaixe com os requisitos do projeto.

O Project Management Institute define o PMBOK como uma aplicação de um método provisório a fim de desenvolver um produto, serviço ou resultado, utilizando-se dos 5 grupos de processos que estão contidos no guia. Todas as pessoas constituintes do projeto têm a obrigação de definir quais são os processos pertinentes e qual o nível de correção adequado para estes. Desta forma, têm se um esboço sobre o ciclo do projeto e a duração dos produtos (JAMALI; OVEISI, 2016).

## 2.2.1 Processos

De acordo com o PMBOK existem 47 processos que são distribuídos em cinco grupos: iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle, e o encerramento. Deve-se levar em consideração que os processos descritos anteriormente não ocorrem de maneira sucessiva ou em partes, mas de forma simultânea, como pode ser demonstrado na figura 04, que também demonstra o nível de atividade dos processos durante o período em que um projeto está sendo executado (TERRIBILI FILHO, 2011; PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

Figura 04: Exemplo de interações de Grupo de Processos em um projeto.



Fonte: (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

Os processos acontecem de maneira e em momentos diferentes como pode ser visto nas linhas representativas dos processos na figura 04. As linhas variam de acordo com o nível de esforço e tempo de cada grupo de processo durante o período de execução do projeto.

### 2.2.1.1 Grupo de Processos de Iniciação

No início de uma nova fase de um processo ou um novo projeto, utiliza-se o grupo de processos de iniciação para obter a autorização para dar início a uma fase ou projeto. Essa etapa tem como objetivo principal:

Alinhar as expectativas das partes interessadas com o objetivo do projeto, informar as partes interessadas sobre o escopo e os objetivos, e discutir como sua participação no projeto e nas fases associadas pode ajudar a garantir que suas expectativas sejam realizadas (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017, p. 598).

Nesta etapa é elaborado o termo de abertura e o registo das partes interessadas, e nesses documentos contém o escopo inicial, gerente de processos e o capital para o desenvolvimento do projeto. Com o termo de abertura aprovado, o projeto é autorizado oficialmente e a partir desse momento ele pode ser iniciado pelo gerente de projetos. Apenas os projetos que estão em concordância com os objetivos estratégicos da organização são autorizados e a documentação de negócio normalmente é elaborada externamente e, são utilizadas como informações de entrada no projeto (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

#### 2.2.1.2 Grupo de Processos de Planejamento

Os processos de planejamento são responsáveis por desenvolver a documentação usada na realização e nos segmentos da proposta de gerenciamento dos projetos. Nessa fase são realizados o escopo total do serviço; estabelecido, limitado e planejado o caminho para alcançar os objetivos. Pode ser necessária a utilização de ciclos de retroalimentação durante períodos determinados de tempos para uma outra análise. Conforme as informações ou características do projeto são acrescentadas e compreendidas, pode ser inevitável um planejamento adicional. Dependendo das informações coletadas deve ser necessário uma revisão de alguma etapa ou processos de iniciação. Essa mudança e revisão no projeto é conhecida como elaboração progressiva, apontando que a documentação e o planejamento são atividades interativas ou contínuas.

Quando a versão do plano de gerenciamento do projeto é aprovada, ela é classificada como uma linha de base. Durante o desenvolvimento do projeto, o desempenho do projeto em relação às linhas de base é comparado na etapa de processos de monitoramento e controle (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

#### 2.2.1.3 Grupo de Processos de Execução

Os processos realizados nessa etapa correspondem a conclusão do trabalho definido no plano de gerenciamento a fim de cumprir todos os requisitos do projeto. Neste grupo de processos estão compreendidas as fases de coordenação de recursos, gerenciamento entre as partes interessadas, integração e execução das atividades dos projetos. Nesta fase pode acontecer mudanças e, se aprovadas, podem haver modificações no plano de gerenciamento, documentação e provavelmente nas linhas de base, sendo necessário a criação de novas. Uma

grande parte do orçamento, do tempo e dos recursos são utilizados na execução desse processo (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

#### 2.2.1.4 Grupo de Processos de Monitoramento e Controle

Processos de monitoramento e controle corresponde aos processos fundamentais para analisar, acompanhar e adaptar o desenvolvimento e progresso do projeto; detectar áreas que provavelmente precisam de alteração no plano; e executar essas alterações. No Guia PMBOK, encontra-se a seguinte definição:

Monitorar é coletar dados de desempenho do projeto, produzir medições do desempenho, relatar e divulgar informações sobre o desempenho. Controlar é comparar o desempenho real com o planejado, analisar as variações, avaliar as tendências para efetuar melhorias no processo, avaliar as alternativas possíveis e recomendar ações corretivas adequadas conforme necessário (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017, p. 650).

Neste momento o desempenho do projeto é analisado e avaliado em períodos determinados para que seja identificado e corrigido erros ou variações que não estejam enquadradas no planejamento do projeto. O monitoramento frequente proporciona o entendimento em relação a que situação se encontra o projeto e proporciona a identificação de quais situações ou ações precisam de maior dedicação. O grupo de processos de monitoramento e controle monitora e controla o projeto inteiro, podendo avaliar possíveis mudanças e decidir como executá-las, recomendar ações preventivas ou corretivas, ou acrescentar o que for necessário para que o projeto atenda aos requisitos (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

#### 2.2.1.5 Grupo de Processos de Encerramento

O encerramento, como o próprio nome remete, se refere aos procedimentos realizados para concluir ou encerrar oficialmente um projeto, fase ou contrato. O grupo de processo de encerramento é responsável por confirmar que os demais processos foram concluídos para que o projeto possa ser encerrado de maneira correta. Esta etapa possui seus próprios processos associados com o encerramento do projeto, fase ou contrato. Pode acontecer o encerramento antecipado, por ser interrompidos ou cancelados (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2017).

### 3 ARRANJO FÍSICO

Arranjo de um sistema de produção está relacionado a posição dos recursos transformadores (informações, materiais e clientes) que estão envolvidos no processo de produção. Ele abrange as instalações, equipamentos, máquinas e trabalhadores. O arranjo físico pode ser conhecido também como *layout* (SILVA, RENTES, 2012).

Se a disposição do arranjo físico estiver inadequada ou mal posicionada, ela pode impactar de forma negativa como: operações inflexíveis, fluxos mais longos ou confusos, demorados períodos de processos, fluxos imprevisíveis e altos custos (SILVA, RENTES, 2012).

Mudanças no arranjo físico pode afetar o fluxo de operação e com isso influenciar na eficácia geral e custo, devido a interrupção do seu funcionamento que gera perda de produção e insatisfação do cliente. Por esse motivo, a mudança física dos recursos transformadores é analisada e avaliada de forma extensiva (SLACK et al, 2009)

De acordo com Slack et al (2009) os arranjos físicos são influenciados pelos objetivos das operações e alguns desses objetivos podem ser considerados gerais, pois são relevantes a qualquer processo, pode-se citar:

- a) Segurança inerente: a circulação deve estar bem definida e desobstruída; as saídas de emergência devem estar sinalizadas e de livre acesso; os processos que possuem potencial de risco devem ser restritos somente ao pessoal autorizado;
- b) acessibilidade: manutenção e limpeza de todas as máquinas, equipamentos e instalações devem ter uma acessibilidade adequada;
- c) extensão do fluxo: o fluxo de informações, materiais e clientes precisam ter distâncias mínimas para facilitar a operação;
- d) clareza do fluxo: o fluxo de clientes e materiais devem ser sinalizados de maneira adequada para os funcionários e clientes. Por exemplo, a utilização de corredores visivelmente identificados, utilização de rotas sinalizadas e linhas pintadas no chão;
- e) uso do espaço: deve-se permitir que os espaços de operação sejam usados adequadamente (área do chão e altura);
- f) flexibilidade de longo prazo: deve ser alterado periodicamente os arranjos físicos à medida que a operação necessite ou seja modificada;
- g) conforto para os funcionários: o trabalho deve ser realizado em um ambiente agradável, ventilado, iluminado e longe de lugares barulhentos ou desconfortáveis;

h) coordenação gerencial: a comunicação e a supervisão devem estar ligadas de forma facilitada com os funcionários e equipamentos de comunicação.

### **3.1 Tipos básicos de arranjo físico**

O projeto de um arranjo físico dos recursos transformadores em um sistema de produção precisa primeiramente ter a definição do tipo de *layout* que atenda às necessidades da produção. Os tipos básicos de arranjo físico especificam o sistema de organização da produção, e está vinculado ao produto e quais as operações que ele está envolvido; e são classificados em quatro tipos principais, que estão definidos abaixo (PEINADO, GRAEML, 2007).

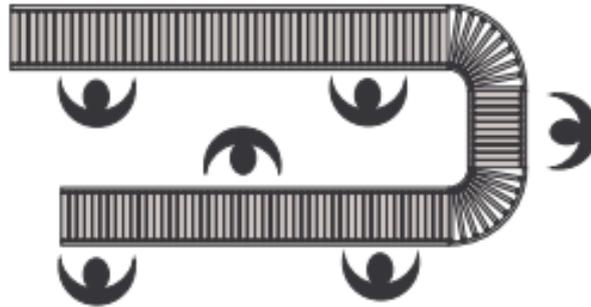
#### **3.1.1 Arranjo por produto ou em linha**

O arranjo por produto ou em linha foi desenvolvido por Henry Ford em 1939, sendo a primeira linha de produção conhecida. É muito utilizada pela indústria e por algumas instituições prestadoras de serviço. Alguns exemplos de locais onde ela é implanta: indústrias montadoras e alimentícias, frigoríficos e restaurantes por quilo (PEINADO, GRAEML, 2007).

Os equipamentos, máquinas ou áreas de trabalho são posicionadas para dar sequência no processo, sem mudança do fluxo produtivo onde o material movimenta-se de maneira determinada pelo processo. Ele proporciona obter um fluxo ágil na fabricação de produtos padronizados, que são desenvolvidos através de produção ou montagem idênticas. O custo fixo tende a ser alto, no entanto o custo variável por produção normalmente é baixo, define-se como um arranjo físico de alto grau de lançamento operacional (PEINADO, GRAEML, 2007).

De acordo com Peinado e Graeml (2007) o arranjo em linha não se refere necessariamente a utilização de um processo em linha reta, uma vez que as linhas retas podem ficar longas demandando de área maiores para sua locação. Elas podem ter formato de U ou S, que podem variar conforme a estrutura física das instalações prediais. Na figura 05 pode-se ter como exemplo um arranjo físico em forma de U, necessitando de um espaço menor quando relacionado a linha reta. A distância percorrida para abastecimento de matéria prima no processo é menor e as pessoas ficam mais perto umas das outras.

Figura 05: Arranjo físico em forma de U.



Fonte: (PEINADO, GRAEML, 2007).

Esse arranjo físico tem como vantagens:

- a) Possibilidade de produção com elevada produtividade: como as tarefas são repetitivas, o grau de complexidade por atividade é mínimo e com isso a automatização normalmente é elevado;
- b) carga de máquina e consumo de material continuamente: é mais fácil manter a produção em ritmo constante pois está sendo fabricado o mesmo produto a todo momento;
- c) controle da produtividade: permite aumentar ou diminuir a produção, caso necessite. A diminuição da velocidade pode ser por problemas de qualidade ou falta de material.

As desvantagens desse arranjo físico são:

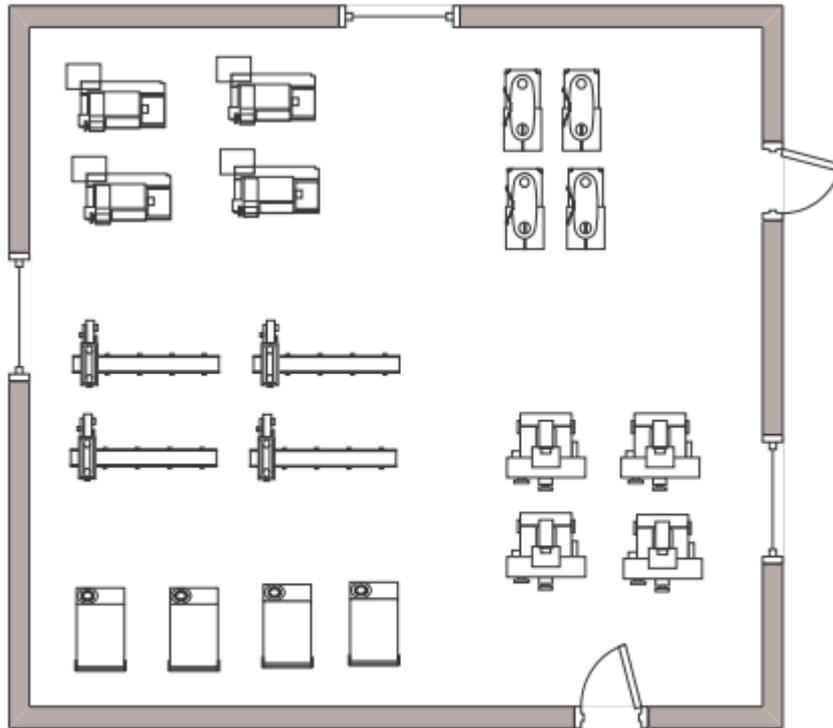
- a) Alto investimento em máquinas: a utilização de automatização ocasiona um alto custo de implementação dessas máquinas e conseqüentemente manutenção periódicas;
- c) tédio dos operadores: por ser um processo repetitivo os funcionários podem ausentar devido lesões por esforço repetitivo (LER), problemas nas articulações e problemas na lombar;
- d) falta de flexibilidade da linha: tem períodos longos de setup quando são introduzidos novos produtos e demora na resposta de volume de produção (aumento ou redução);
- e) fragilidade e paralisações: se alguma operação parar de funcionar, a linha toda para, pois como é um processo em linha, se algum ponto parar os demais não podem dar sequência.

### 3.1.2 Arranjo físico por processo ou funcional

Para Peinado e Graeml (2007) o arranjo físico por processo ou funcional compõe todos os equipamentos e processos que possuem a mesma função e tipo. Podendo constituir também em uma mesma área montagens e operações semelhantes. Utilizada em hospitais, serviços de confecção de moldes e ferramentas e lojas comerciais.

A figura 06 apresenta um exemplo de arranjo físico por processo, contendo cinco conjuntos de máquinas similares que realizam a mesma operação.

Figura 06: Arranjo físico por processo.



Fonte: (PEINADO, GRAEML, 2007).

As vantagens desse arranjo físico são:

- a) Menor investimento para instalação: os custos de instalação de equipamentos parecidos em um mesmo local são menores. Por exemplo: se um determinado conjunto de equipamentos necessitarem de um sistema de exaustão, um mesmo pode ser utilizado para esses equipamentos. Esses equipamentos podem ter funções variáveis e de uso geral, e com isso tem uma manutenção mais barata e a aquisição destes é mais acessível, tendo também a facilidade na troca ou venda, caso não necessite ou esteja ultrapassado;
- b) grande flexibilidade nas mudanças de mercado: é simples alterar o fluxo durante a sua fabricação. Desconsiderando problemas de balanceamento e gargalos durante a alteração de processo;
- c) pode fornecer produtos diferentes em quantidades variáveis simultaneamente: este arranjo físico permite que possa ser produzido produtos diferentes ao mesmo tempo. Podendo um produto estar em um processo, e outro produto diferente estar em outro processo, mas na mesma planta;
- d) bom nível de motivação: como os produtos produzidos são diferentes, isso demanda mais atenção e mão de obra qualificada e especializada, e com isso reduz a monotonia;
- e) maior margem de produto: esse tipo de arranjo não gera maior contribuição, e sim o tipo de produto que é produzido podendo ter um maior valor agregado.

Algumas desvantagens são as seguintes:

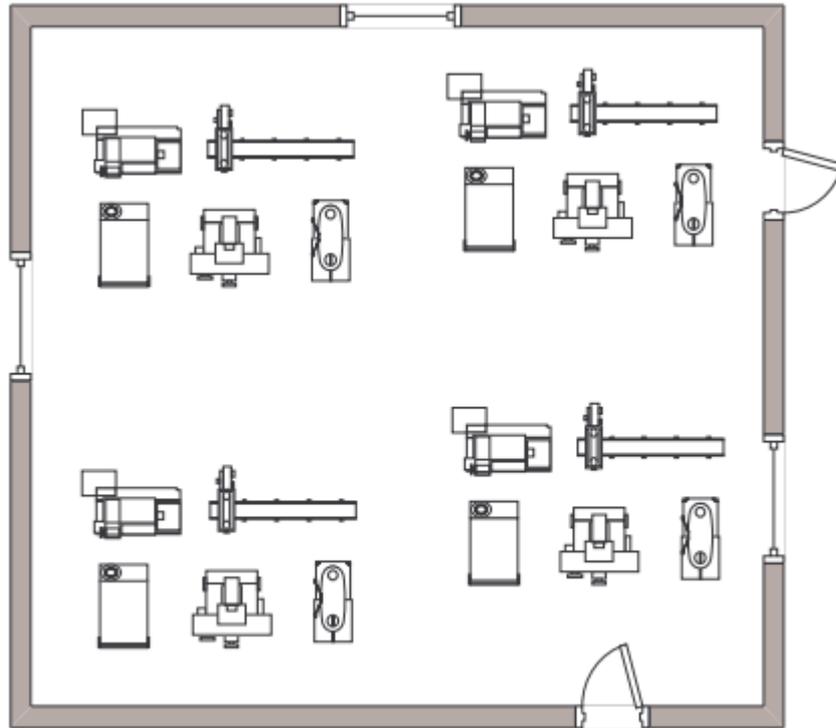
- a) Exige mão de obra qualificada: esse processo necessita de um supervisor em cada local de produção;
- b) fluxo longo no interior da fábrica: uma vez que o produto possui vários processos e eles não estão localizados em sequência, os produtos tendem a ir e voltarem durante o processo de produção, gerando maiores deslocamentos e podendo tornar mais difícil o controle das atividades;
- c) diluição do custo fixo em função da menor produção: como nem sempre se tem conhecimento antecipado da produção, a empresa precisa ter disponíveis os recursos que são utilizados na operação, mesmo que ela aconteça ou não. Para evitar gargalos as empresas precisam ter máquinas em duplicidade, pois há operações que demandam mais tempo e pode aparecer demandas inesperadas;
- d) dificuldade de balanceamento: nesse arranjo físico é normal possuir estoque mais elevados devido as diferenças de processamento, devido a grande mudança de produto em processo e dificuldade de programar;
- e) maior necessidade de reparo e setup de máquinas: devido a quantidade baixa de produção, há a necessidade maior de reparos nas máquinas, podendo ser proporcional ao tempo de funcionamento.

### 3.1.3 Arranjo físico celular

O arranjo físico celular posiciona no mesmo lugar máquinas diferentes que fabricam o mesmo produto, conhecida como célula. Ele une as vantagens do arranjo físico por processo e do arranjo físico por produto. O produto passa pela célula pelos processos até que seja finalizado, porém o deslocamento é realizado em linha. Alguns lugares onde são utilizados são: lanchonete de supermercado, feiras e exposições em geral, shopping de lojas de fábricas (PEINADO, GRAEML, 2007).

Na figura 07 podemos visualizar um arranjo físico por células. Ele apresenta as máquinas que são utilizadas para produzir uma determinada família de produtos durante todo o processo, do início ao fim.

Figura 07: Arranjo físico por célula.



Fonte: (PEINADO, GRAEML, 2007).

Algumas vantagens desse arranjo físico são:

- a) Diminuição dos estoques: por ser um processo que produz desde o início ao fim, tem uma diminuição dos lotes mínimos de fabricação, e conseqüentemente reduz o estoque médio de produto fabricado. Há também, uma redução de estoque em processo devido a diminuição do tempo de espera dos itens que estão no processo;
- b) maior satisfação no trabalho: como esse tipo de arranjo trabalha com processo de produção completo do item e não só com etapas fracionadas, os operadores adquirem mais responsabilidade. E nesse arranjo os funcionários tem mais rotatividade de tarefas e facilidade de treinamento;
- c) aumento da flexibilidade quanto a quantidade de lotes por produtos: quando se utiliza uma única família de produto o tempo de setup é menor, e com isso, é possível reduzir os lotes de produção;
- d) diminuição do transporte de material: como as máquinas são disposta umas perto das outras a movimentação entre as células é menor.

Esse arranjo físico apresenta as seguintes desvantagens:

- a) Dificuldade em elaborar o arranjo: como as máquinas são colocadas próximas umas das outras fica difícil a estruturação de um arranjo físico funcional;

- b) próprio para uma família de produtos: como a célula é elaborada para uma única família ou tipo de produto, as células e seus equipamentos ficam ociosos quando não há uma programação para ela, mesmo que nela tenha recursos para serem utilizados.

#### 3.1.4 Arranjo por posição fixa

De acordo com Peinado e Graeml (2007) o arranjo por posição fixa, também conhecido como arranjo físico posicional, trabalha com o produto imóvel em uma posição específica e os recursos transformadores se movem ao seu redor até que o processo seja concluído. Ele é empregado quando não é possível utilizar outro tipo de arranjo devido à natureza do trabalho ou processo. Há dois tipos de casos em que esse arranjo é utilizado, sendo eles:

- a) Quando a natureza do produto impede outra forma de trabalho, como dimensões e/ou forma, ou peso, como: arranha-céus, usinas hidrelétricas, projetos de grandes construções, estradas, pontes, construção de estaleiro, atividades de extrativismo e agropecuárias;
- b) quando é difícil movimentar o produto, como tratamento dentário, montagem de equipamentos delicados ou perigosos, cirurgias, trabalhos artesanais como esculturas e pinturas.

As vantagens desse arranjo físico são:

- a) Não há movimentação de produto;
- b) há a possibilidade de terceirização parcial ou total do projeto, com prazos predeterminados;
- c) pode-se aplicar técnicas de programação e controle como PERT (técnica de avaliação e revisão de programas) e CPM (método do caminho crítico) quando forem utilizados projetos de montagem ou construção, como ponte ou fabricação de um navio.

Algumas desvantagens desse arranjo físico são as seguintes:

- a) Produção em pequena quantidade e baixo grau de padronização;
- b) complexidade no controle e supervisão de mão de obra de matérias primas e ferramentas;
- c) é necessário ter próximas à produção áreas externas para submontagem, ferramentas e armazenagem de materiais.

#### 3.1.5 Arranjo físico misto

É utilizado quando se pretende aproveitar as vantagens dos arranjos físicos simultaneamente. Geralmente são combinados os arranjos por processo, produto e celular. (PEINADO, GRAEML, 2007).

### 3.2 Determinação da quantidade de equipamentos

Para Peinado e Graeml (2007) durante a elaboração do projeto de arranjo físico é necessário estabelecer a quantidade de equipamentos que serão necessários. A quantidade estimada desses equipamentos pode ser calculada por três fatores, são eles:

- a) Especificação técnica do fabricante dos equipamentos;
- b) capacidade disponível de trabalho de acordo com os turnos de trabalho;
- c) demanda de produto.

Através desses fatores pode-se elaborar uma fórmula matemática que determina o número de máquinas necessárias durante um processo. Esta fórmula é representada pela equação 01.

$$m = \frac{t \times N}{CD} \quad (1)$$

m = número de máquinas necessárias

t = tempo de operação unitário por peça

N = número de produtos ou operações por período

CD = capacidade disponível por período

### 3.3 Volume-variedade e tipo de arranjo físico

O fluxo de uma operação está relacionado as suas características de volume e variedade. Quando o volume é baixo e a variedade é considerada alta, o fluxo não é o ponto mais importante, pois nesse processo os produtos não avançam com tanta frequência, e pode-se utilizar o arranjo físico posicional. Quando a situação é oposta a descrita, volume alto e variedade baixa, o fluxo é considerado importante, pois nesse caso é preciso diminuir as distâncias entre a produção dos produtos porque a produção é bem variada, sendo assim é mais adequado o arranjo físico por processo. O arranjo celular pode ser utilizado quando a variedade de produtos e serviços são menores, pois o processo é semelhante e a variedade é pequena. E por fim, o arranjo por produto pode ser aplicado quando a variedade de produtos e serviços é menor (SLACK et al, 2009).

### 3.4 Selecionando o tipo de arranjo físico

De acordo com Slack et al (2009) a escolha final sobre qual arranjo físico utilizar deve levar em consideração as vantagens e desvantagens apresentadas sobre cada arranjo. Na escolha de um arranjo físico deve-se também relacionar o custo fixo e o custo variável.

A escolha do melhor arranjo físico deve levar em consideração o tipo de serviço que será realizado pois ele vai definir como será considerado o custo fixo e variável. Por exemplo, no arranjo posicional em comparação com os demais, o custo fixo é mais barato quando se produzem os mesmos produtos ou serviços. No entanto, ao se produzir uma unidade do produto ou serviço em particular o custo variável é alto em relação aos demais arranjos.

Desta forma, pode-se considerar que os custos fixos tendem a aumentar conforme vai adaptando o arranjo de acordo com o modelo posicional, percorrendo os arranjos funcional e celular até o arranjo por produto. Desta maneira, decresce os custos variáveis por produto ou serviço. Os custos totais (variável e fixo) em cada arranjo físico são influenciados pelo volume de produtos ou serviços produzidos. Mas o custo exato não é tão fácil de se determinar pois ele depende de outros fatores difíceis de se quantificar, eles devem ser vistos de forma ampla, levando em consideração as suas vantagens e desvantagens, conforme o quadro 01.

Quadro 01: Vantagens e desvantagens dos arranjos físicos.

	<b>Vantagens</b>	<b>Desvantagens</b>
<b>Posicional</b>	Elevada flexibilidade de produto e mix; imobilidade de produto ou cliente; mão de obra variada.	Custos unitários elevados; complexidade entre programação de atividades ou espaços; elevada movimentação de mão de obra e equipamentos.
<b>Funcional</b>	Alta flexibilidade de produto; trabalhoso em caso de interrupções; facilidade na supervisão das instalações e equipamentos.	Menor aproveitamento dos recursos; pode ter alta demanda e pouco produto ou excesso de produtos em estoque; pode apresentar dificuldade no controle do fluxo.
<b>Celular</b>	Bom quando se procura equilíbrio entre custo e flexibilidade em operações com grande variedade; facilidade em acessibilidade;	Reconfiguração com custo elevado; pode precisar de mais espaço; os recursos podem ser menos utilizados.

	motivação devido trabalho em grupo.	
<b>Produto</b>	melhor custo benefícios unitários para grande volume de produção; aprimoramento nas atividades no equipamento; movimentação apropriada entre os materiais e clientes.	faixa flexibilidade de mix; facilidade em interrupção de processo; trabalho repetitivo.

Fonte: (SLACK et al, 2009).

O quadro 01 contém as vantagens e desvantagens de cada arranjo físico separados em colunas para facilitar uma visão mais clara sobre eles e conseqüentemente facilitar a escolha do melhor arranjo físico conforme as características que mais adequam ao projeto a ser elaborado.

### 3.5 Novos arranjos físicos

Para Gorgulho Júnior (2007) com o novo cenário encontrado nas indústrias têm-se uma visão nova sobre esses arranjos físicos, sendo necessário a criação de arranjos que são flexíveis, modulares e fácil de serem reconfigurados. Essa situação acontece devido a realidade das indústrias serem de ambientes turbulentos. Ambientes turbulentos possuem as seguintes características:

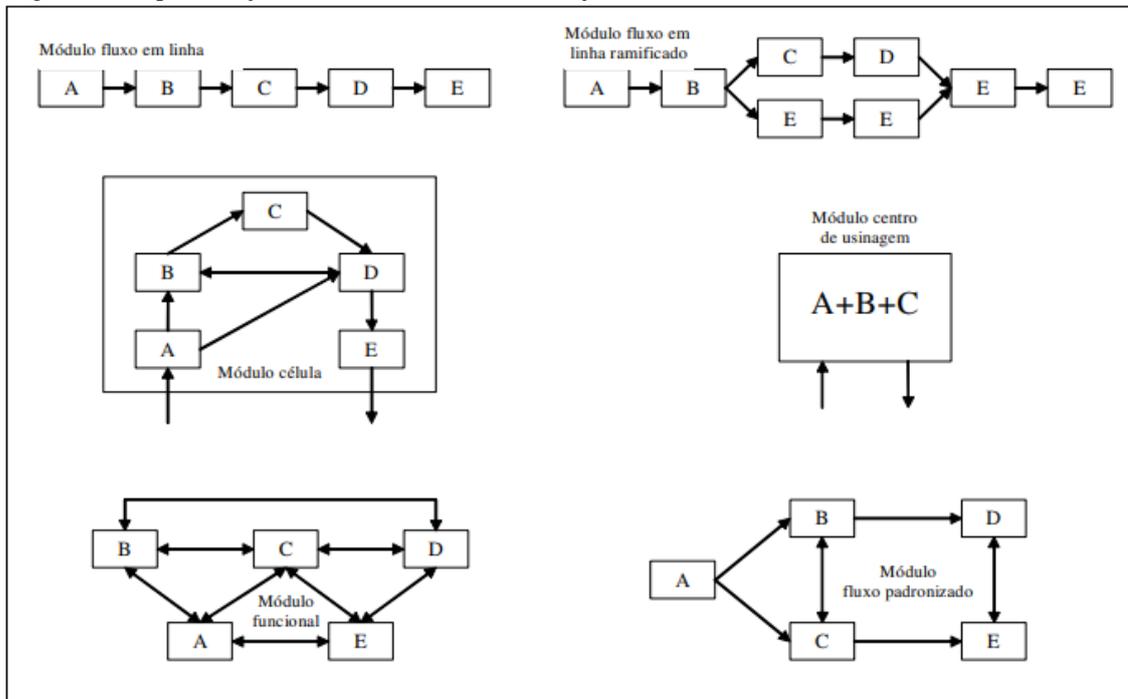
- a) Variação da demanda;
- b) variação da quantidade dos lotes de produção;
- c) tempo de processamento variado;
- d) tempo de preparação variado;
- e) estoque totalmente ou parcialmente de acordo com a demanda;
- f) modificação no conjunto de produtos;
- g) série de produção variáveis;
- h) competição forte.

#### 3.5.1 Arranjo físico modular

De acordo com Gorgulho Júnior (2007) o arranjo físico modular não apresenta critérios ao agrupar as máquinas ou padrões de fluxo. O fluxo de material é distribuído em módulos e cada um deles é uma fração da instalação. Módulo é um conjunto de máquinas que estão em

um fluxo de material definido. São seis tipos de módulos e eles estão representados fisicamente na figura 08, e descritos abaixo.

Figura 08: Representação física dos módulos de arranjo físico modular.



Fonte: (GORGULHO JÚNIOR, 2007).

- a) Módulo fluxo em linha: é um arranjo em que os produtos seguem linearmente em sequência sem retornar à operação anterior e sem pular nenhum equipamento;
- b) módulo fluxo em linha ramificado: utilizado quando um conjunto de produtos possuem alguma diferença e o fluxo é dividido paralelamente com operação específica em cada uma dessas ramificações. Depois são reagrupados os produtos para finalizar o processo;
- c) módulo célula: nesse modelo é produzido produtos de uma única família, desta forma as máquinas são agrupadas e todo o processo é realizado por essas máquinas, sem a necessidade de uma máquina externa. Essas peças podem não seguir o mesmo processo e nem utilizar as mesmas máquinas;
- d) módulo centro de usinagem: é uma máquina automática multifuncional que sozinha enquadra diferentes processos, ela é uma variante do módulo célula;
- e) módulo funcional: esse módulo não tem um fluxo dominante, as máquinas trabalham com um fluxo de material aleatório;
- f) módulo fluxo padronizado: nesse módulo tem-se um fluxo dominante e dividido em hierarquia. É composto por módulos de fluxo em linha ramificado e de fluxo em linha.

### 3.5.2 Arranjo físico ágil

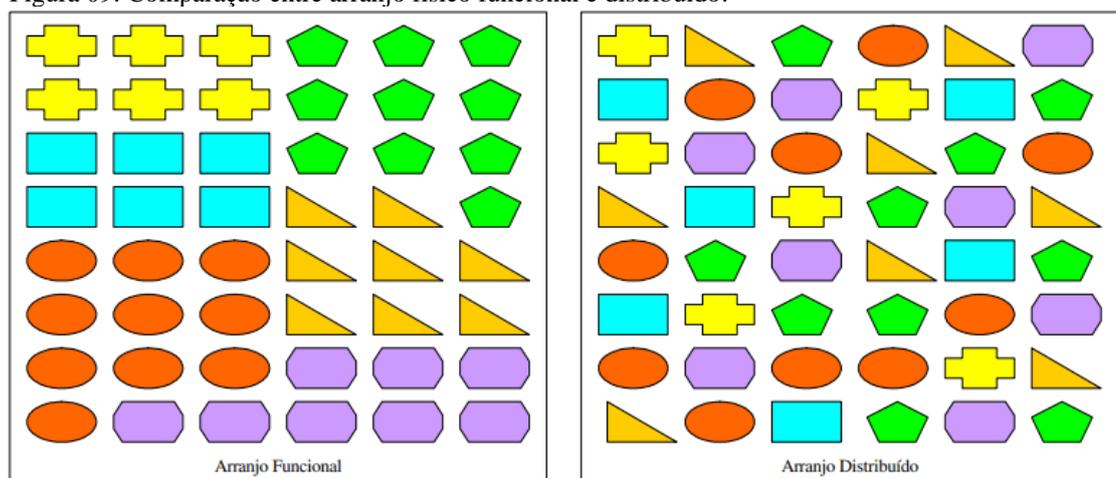
Esse arranjo físico permite reconfiguração frequente na disposição dos equipamentos. Apesar de ser difícil estabelecer uma relação entre a disposição das máquinas no arranjo físico e o desenvolvimento operacional, esse arranjo permite quando necessário reconfigurar as máquinas de forma que maximize o desempenho operacional em vez de minimizar o custo na movimentação dos materiais.

Quando os processos são fáceis de serem movidos não há tanta dificuldade de rearranjo físico, tornando esse processo mais ágil e de baixo custo. Uma alternativa para evitar o rearranjo seria utilizar máquinas portáteis (GORGULHO JÚNIOR, 2007).

### 3.5.3 Arranjo físico distribuído

Segundo Gorgulho Júnior (2007) esse arranjo físico é determinado pela distribuição das máquinas e locais de trabalho por todo chão de fábrica. Na figura 09 é realizado uma comparação entre arranjo físico funcional e um arranjo distribuído. Esse arranjo tem como objetivo permitir que a instalação não seja afetada pela mudança no volume de produção e no fluxo de material.

Figura 09: Comparação entre arranjo físico funcional e distribuído.

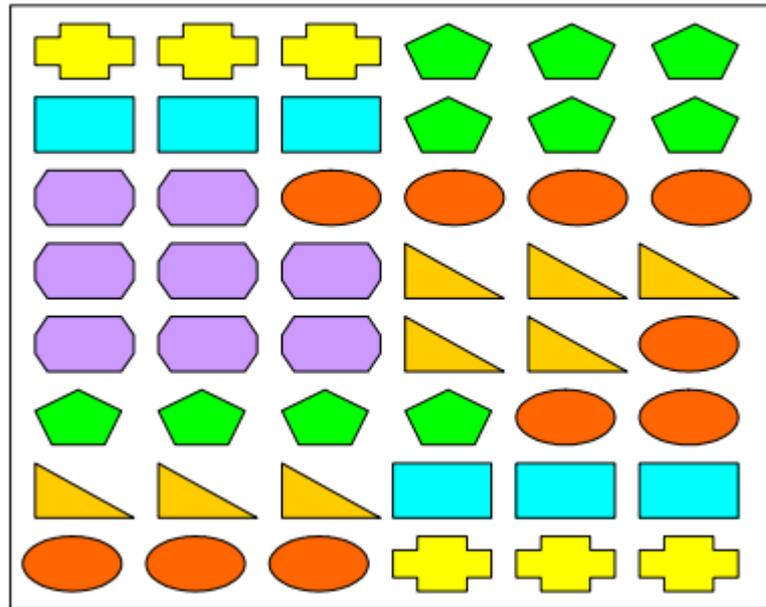


Fonte: (GORGULHO JÚNIOR, 2007).

As máquinas foram distribuídas aleatoriamente pelo chão de fábrica e esse procedimento recebeu o nome de arranjo físico aleatório, e posteriormente de arranjo físico distribuído. Existe os arranjos físicos parcialmente distribuído onde os setores não são

fragmentados totalmente. Na figura 10 pode-se visualizar um modelo de arranjo físico parcialmente distribuído.

Figura 10: Arranjo físico parcialmente distribuído.



Fonte: (GORGULHO JÚNIOR, 2007).

Pode-se perceber na figura 10 que há uma sequência de máquinas de mesma família, mesmo que sejam poucas, pois é levado em consideração a distribuição parcial delas a fim de atender o processo.

### 3.6 Modelo de análise, projeto e implantação de *layout*

De acordo com Silva (2009) o modelo de projeto de *layout* pode ser fragmentado em 3 etapas principais: levantamento e análise da situação atual; projeto da situação futura, implantação e acompanhamento.

O levantamento e análise da situação atual tem como objetivo ter o conhecimento do estadual atual da empresa ou indústria e identificar os desperdícios e através disso ter noção do que pode ser possível melhorar.

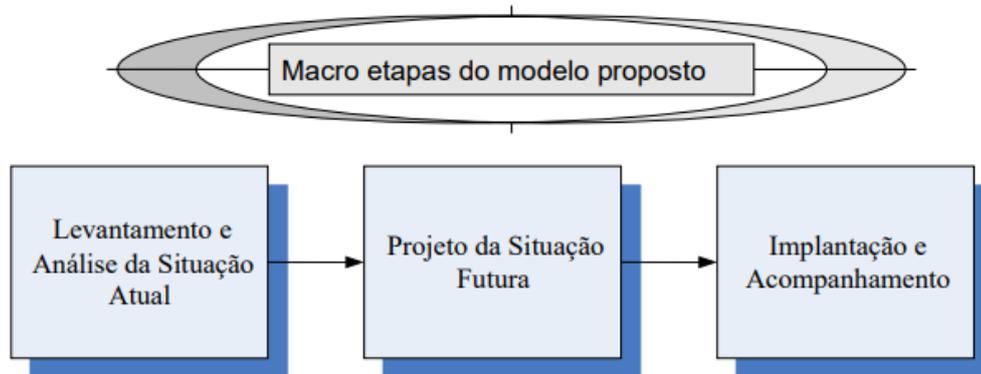
O projeto da situação futura corresponde a construção de um cenário ideal e definição de um *layout* para representar a futura reestruturação física do local.

A implantação e acompanhamento representa o desenvolvimento de um plano de ação que vai ser implantado e como deve ser o acompanhamento deste.

O projeto de *layout* deve levar em consideração o fluxo de material e do sistema de controle. Quando é feita uma reorganização dos equipamentos sem realizar reestruturação do fluxo de produção e sistemas de controle não é possível alcançar os objetivos esperados. Desta forma, a primeira etapa do modelo de projeto de *layout* consiste na análise dos fluxos de processo, sistema de controle e informação (SILVA, 2009).

Na figura 11 pode-se observar como é dividido as macro etapas do modelo proposto de projeto de *layout*.

Figura 11: Macro etapas do modelo proposto de projeto de *layout*.



Fonte: (SILVA, 2009).

O modelo de *layout* foi criado para as empresas que trabalham com alta variedade de peças/produtos. No desenvolvimento de modelos de *layout* pode-se perceber que cada empresa tem um perfil diferente, mas que o ambiente de uma fábrica tem uma variedade muito grande de processos e peças, que possuem uma alta diversidade de demanda, podendo ter um determinado processo ou peça com maior repetibilidade do que outras e com isso serem agrupados em fluxos específicos.

Através do estudo sobre qual modelo utilizar é possível identificar quais os produtos são *best sellers*, ou seja, trazem um retorno mais significativo à empresa. Com a definição dos *best sellers* torna-se possível desenvolver um *layout* que atenda esse tipo de processo através do fluxo, e sempre que possível elaborar células para a fabricação destes produtos (SILVA, 2009).

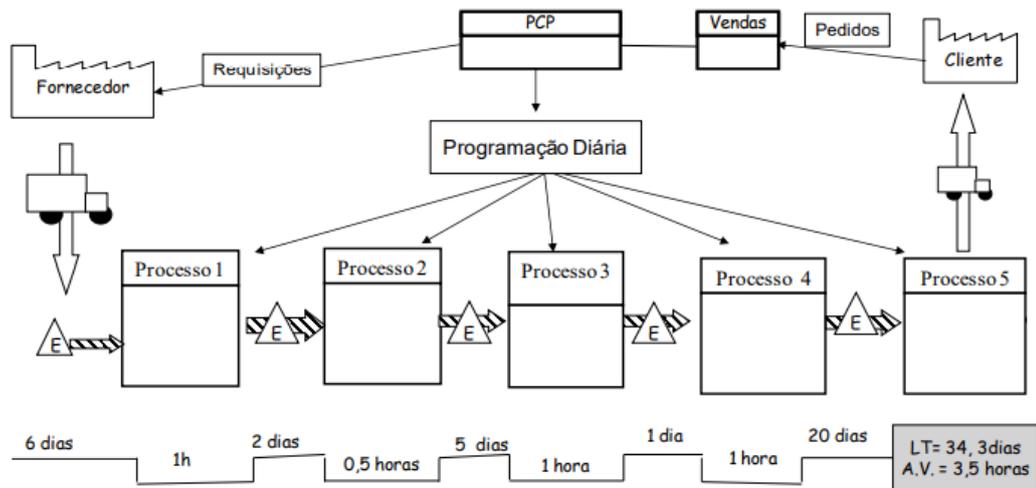
### 3.6.1 Levantamento da situação atual

Para Silva (2009) nesta primeira etapa é realizado o levantamento e análise das seguintes informações:

a) Levantamento dos produtos fabricados pela empresa;

- b) identificar os produtos que trazem maior lucratividade ou que são os mais produzidos, sendo estes os *best sellers*;
- c) definir as famílias de produtos e componentes, que representam os produtos que utilizam processos semelhantes e que podem ser reagrupados a fim de gerar mais produtividade. Entre essas similaridades podemos classificar como:
- Similaridade de processo: é o principal critério, ele é usado para reconhecer os produtos que utilizam pela mesma linha de produção. Para identificá-los pode-se utilizar a matriz produto x processo, ou produto x máquina;
  - frequência e volume de demanda: ele utiliza a frequência de atendimento da demanda como critério, e com ele pode-se inserir ou retirar um produto de uma família;
  - tempo de ciclo de produto: mesmo que os produtos sejam da mesma família, deve-se levar em consideração o tempo de produção deste, para observar se eles devem ou não estar no mesmo processo, pois se há diferença de tempo de produção isso pode afetar na produção.
- d) verificar se é preciso examinar o nível de componentes: dependendo dos produtos fabricados e da sua complexidade é preciso utilizar essa configuração para definir as famílias. Isso pode ser implantado quando os produtos são produzidos por um grande volume de peças com processos de fabricação diferentes umas das outras;
- e) conhecer o *layout* atual: desenvolver o *layout* atual da empresa a fim de identificar o espaço físico e recursos de produção;
- f) elaborar o diagrama de espaguete: traçar o caminho que os materiais, ferramentas e pessoa percorrem utilizando a planta baixa da empresa que contém os equipamentos e máquinas posicionadas na situação real;
- g) elaborar um mapa da situação atual: com o desenvolvimento do mapa é possível ter uma compreensão e análise da situação da empresa atualmente aplicando o mapa do fluxo de valor (MFV). Essa ferramenta ajuda na visualização da situação atual e dos possíveis problemas que a empresa apresenta atualmente e com isso a elaboração de um cenário futuro ideal. Essa ferramenta pode ser utilizada associada com a atividade dos fluxos de materiais e produtos no *layout* da empresa. Essa ferramenta pode ser observada na figura 12, que representa o mapa do fluxo de valor. O plano de controle de produção, conhecido como PCP é apresentado na figura;

Figura 12: Exemplo didático de um mapa de fluxo de valor.



Fonte: (SILVA, 2009).

- h) quantificar as distâncias percorridas: deve-se mensurar o caminho percorrido pelas ferramentas, materiais e pessoas;
- i) desenvolver a análise crítica da situação atual: essa etapa consiste na análise da situação atual utilizando o mapa do fluxo de valor e diagrama de espaguete para visualizar e identificar os desperdícios existentes afim de reconhecer potenciais pontos de produção puxada, fluxo contínuo para os *best sellers*, potenciais sistemas de controle, etc.

### 3.6.2 Projeto da situação futura (projeto do novo layout)

Conforme Silva (2009) na segunda etapa é desenvolvido um projeto que tenha a situação ideal de produção. Nesta etapa são realizadas as seguintes atividades:

- a) Desenvolver um mapa do fluxo de valor da situação futura: este mapa deve apresentar as alternativas de fluxo contínuo, modelo de gestão visual, produção puxada, etc.;
- b) identificar os *loops* de implantação no mapa de fluxo de valor e dar início ao projeto de *layout*. Como um projeto pode ser complexo utiliza-se repartir em o MFV em *loops* para poder analisar e implantar cada *loop* individualmente, e cada etapa do processo dependerá da equipe que está desenvolvendo o projeto. Deve identificar e definir os *loops* como comportado ou não comportado. Desta forma, os *loops* comportados precisam atender aos seguintes requisitos:
  - Precisa ser semelhante o tempo de ciclo de um mesmo item;
  - não pode haver refluxo;
  - deve-se ter alta confiabilidade de processo;

- os equipamentos usados com as outras famílias de produto devem ser capazes de ser duplicados.

Os *loops* que não se enquadram nesses requisitos são classificados como *loops* não comportados.

- c) remover do *layout* todas as máquinas e equipamentos, deixando somente os elementos restritivos a fim de permitir um futuro destino dos *building blocks* com base nos elementos restritivos;
- d) destinar os *building blocks* no *layout* macro de acordo com os elementos restritivos;
- e) criar o diagrama de espaguete com os *building blocks* e os itens *best sellers*;
- f) determinar a distância percorrida pelas peças e produtos dentro da fábrica;
- g) realizar um levantamento dos prós e contras do novo modelo de *layout*, levando em consideração os seguintes critérios: custo de implantação, movimentação total, tempo de implantação do novo *layout*, viabilidade da implantação do novo *layout*, existência de fluxo contínuo, capacidade de crescimento da demanda, flexibilidade em implantar novos produtos, dificuldade de gerenciamento visual dos *building blocks*, possível ampliação, etc.;
- h) verificar se é viável ou não a implantação do novo projeto de *layout* de acordo com os prós e contras. Se for, deve-se seguir com a implantação; se não, retorna-se a etapa de realocação dos *buildings blocks*.

### 3.6.3 Implantação e acompanhamento

Para Silva (2009) nesta etapa é definido os planos de ações, acompanhamento e análise das mudanças realizadas. Nessa última etapa é realizado as seguintes atividades:

- a) Definir um plano de mudanças utilizando a ferramenta kaizen. Pois, na maior parte das reestruturações de *layout* a fábrica não para a produção, utiliza-se essa ferramenta para desenvolver um projeto macro da sequência de implantação;
- b) definir as ações que são realizadas durante o evento kaizen, por exemplo:
  - Ações pré-kaizen: conseguir matéria prima para que não tenha interferência no fluxo produtivo durante esse processo;
  - ações durante o evento kaizen: programar e efetuar as tarefas, treinar a equipe que está no projeto e no final desenvolver uma apresentação à direção da empresa/indústria.
- c) definir a equipe que fará parte do time de kaizen (mudança de *layout*). Sugere-se utilizar pessoas de áreas diversas para que eles possam trazer novos conceitos à mudança realizada;

- d) realizar o evento kaizen, ele tem duração de 5 dias, e no último dia deve ser finalizado o projeto e apresentado aos diretores da empresa. E após a realização deste evento deve-se estabelecer um cronograma de ações pós kaizen que contempla as ações que não puderam ser executadas durante o evento;
- e) acompanhamento das mudanças realizadas até que as coisas estejam estabilizadas. Esse acompanhamento deve envolver a orientação dos funcionários diante da nova programação de produção e como a produção deve ser realizada;
- f) durante o acompanhamento avalia as melhorias adquiridas no processo, entre elas podemos citar: organização e limpeza do ambiente, nível do estoque, produtividade, etc.;
- g) realizar análise dos resultados alcançados durante tempos em tempos.

### **3.7 Fluxo de materiais**

O fluxo de materiais está ligado diretamente no desenvolvimento de um *layout*, pois através dele são elaboradas as melhorias quanto ao novo arranjo físico. O fluxo de materiais afeta diretamente no custo, flexibilidade, qualidade e atendimento. O planejamento de um *layout* no setor produtivo tem como objetivo reduzir custos de movimentação e favorecer o gerenciamento de processos com isso, busca-se minimizar o volume do fluxo de materiais (DITZ, 2010).

No desenvolvimento de um *layout* é preciso levar em consideração as condições abaixo, considerando o fluxo de materiais:

- a) O fluxo deve seguir uma única direção retornando ou cruzando dois tipos de fluxo em uma mesma máquina o mínimo possível;
- b) o fluxo precisa ter uma distância mínima entre consecutivos pares de operações;
- c) o fluxo que estão implantados nos setores produtivos devem ser descomplicados.

O fluxo deve manter um fluxo de material progressivo durante todo o processo, sem desvios, retornos, cruzamentos, etc. A análise do fluxo de materiais será a base de um planejamento de *layout* sempre que o fluxo de materiais for predominante.

### **3.8 Fluxo de informações**

Para Ditz (2010) em um *layout* as informações devem fluir de maneira que não falte nenhum material no processo, estando os materiais sempre no momento, quantidade e local correto. As informações contraditórias podem transformar um sistema em um caos.

Para facilitar o fluxo de informações ao longo das operações utiliza-se o cartão Kanban, que instrumentaliza o sistema de produção puxado e que monitora a movimentação de materiais nos processos. Existe dois tipos de cartões Kanban: Kanban de retirada, que permite a retirada de um produto do estoque do fornecedor pelo cliente; e o Kanban de produção que autoriza a fabricação de produtos pelos fornecedores para realizar a reposição do estoque. Essa ferramenta permite que a informação da produção flua de forma rápida e que o estoque seja reduzido, pois evita que seja produzido além do necessário. A informação sobre existência de problemas em estações de trabalho, máquinas e estoque deve ser indispensável para o funcionamento do sistema.

## 4 NORMAS REGULAMENTADORAS

As Normas Regulamentadoras (NR) compreendem as obrigações, direitos e deveres que devem ser cumpridos pelos empregadores e trabalhadores a fim de garantir que seja realizado um trabalho seguro e saudável, evitando a ocorrência de doenças e/ou acidentes que podem ocorrer durante a realização do trabalho (MINISTÉRIO DO TRABALHO E PREVIDÊNCIA, 2020).

### 4.1 Norma Regulamentadora Nr-12

A norma regulamentadora (NR) juntamente com os anexos apresenta a seguinte afirmação:

Referências técnicas, princípios fundamentais e medidas de proteção para resguardar a saúde e a integridade física dos trabalhadores e estabelece requisitos mínimos para a prevenção de acidentes e doenças do trabalho nas fases de projeto e de utilização de máquinas e equipamentos, e ainda à sua fabricação, importação, comercialização, exposição e cessão a qualquer título, em todas as atividades econômicas, sem prejuízo da observância do disposto nas demais NRs (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019, p. 2).

As medidas de proteção e segurança são, em “ordem de prioridade: medidas de proteção coletiva, medidas administrativas ou de organização do trabalho, e medidas de proteção individual” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019, p. 3). Quando são adotadas medidas de segurança nas zonas de perigo considera-se os processos de trabalho, informações técnicas das máquinas e equipamentos, com o objetivo de alcançar os critérios de segurança previstos pela norma (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019).

A norma regulamentadora NR12 associa o comportamento com a situação insegura de forma a prever acidentes e assuntos relacionados a saúde do trabalhador, por essa razão ela inclui o conceito de estado da técnica. Este conceito determina que deve conseguir atingir o maior nível de segurança possível associadas as limitações tecnológicas que estão relacionadas a fabricação e utilização de máquinas e equipamentos. É necessário elaborar análises de riscos que contenham características operacionais específicas das máquinas em questão, além dos procedimentos que elas desempenham, de forma que seja possível identificar os dispositivos de segurança para demarcar os processos construtivos de fabricação e analisar os custos dos equipamentos e sua instalação (DIOGO JUNIOR, 2015).

#### 4.1.1 Estrutura física e instalações

O local onde as máquinas e equipamentos são instalados, as áreas de circulação precisam ser demarcadas conforme as normas técnicas oficiais, com o uso de balizas, marcos ou outros meios físicos, de forma que a circulação esteja desobstruída.

As máquinas devem ter uma distância mínima que atenda as características e aplicações, de forma que salvaguarda a segurança dos trabalhadores durante o exercício de sua função, ajuste, inspeção, manutenção, limpeza e facilitar a movimentação das pessoas. Os locais de estoque e movimentação de materiais e os espaços de circulação ao redor das máquinas precisam ser dimensionados, projetados e conservados de forma que os trabalhadores se movam com segurança (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019).

O piso da região de trabalho onde estão instalados as máquinas e equipamentos e os locais de circulação precisam ser resistentes às cargas que estão submetidos de forma que não ocorra risco de acidentes.

As ferramentas utilizadas no processo produtivo devem ser guardadas em locais específicos para que não aconteça acidentes e seja fácil de encontrar. As máquinas móveis que têm rodízios precisam ter travas em pelo menos dois deles.

As máquinas estacionárias devem ter critérios preventivos em relação à sua estabilidade para que elas não se desloquem devido choques, vibrações, forças dinâmicas internas, forças externas previsíveis ou outro motivo. As máquinas estacionárias precisam cumprir os requisitos dispostos pelos fabricantes ou, caso não os tenha, deve ser desenvolvido por um profissional legalmente habilitado quanto à fixação, nivelamento, fundação e amortecimento.

Os locais de trabalho, áreas de circulação, máquinas e outros lugares onde possa haver pessoas trabalhando devem ficar situados de forma que não exista sobre os trabalhadores o transporte aéreo de materiais.

Quando houver regulamentação específica ou NR setorial que contenha os requisitos para arranjos físicos, armazenamento, sinalização e circulação deverá prevalecer a regulamentação específica ou a NR setorial (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2019).

#### **4.2 Armazenagem 30.101**

O piso de todos os armazéns deve ser limpo e marcados (ou remarcados caso exista demarcações, se preciso) com tinta resistente no início de todo recebimento de produtos, a fim

de que seja delimitado as quadras e ruas. As quadras devem ser numeradas a fim de identificá-las com o uso de números que deverão ser pintados sempre que necessário, utilizar plaquetas indicadoras que devem ser fixadas no piso dos armazéns na posição frontal às quadras relacionadas ou nos tirantes da cobertura, e ser desenvolvido um croqui que garanta a visualização do posicionamento das quadras (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2020).

O empilhamento do produto deve ser baseado no espaço disponível no armazém, volume de produto e/ou o tipo e estado em que se encontra a sacaria que será utilizada. Mantendo sempre o comprimento do lastro (número de volumes próximos que formam a base de uma pilha) inferior ao dobro de sua largura visando a estabilidade da pilha formada. Entre os lastros não deve deixar vãos.

Deve ser utilizado lastros com 22 sacas no máximo, sendo reduzido a 10 sacas quando são armazenadas sementes. O dimensionamento dos blocos de pilhas deve ser reduzido para facilitar na conferência, movimentação e expurgo. Deve ser determinada a altura máxima das pilhas que está relacionado ao tipo de produto e a resistência da sacaria utilizada sendo grãos com altura máxima de 5 metros e sementes altura máxima de 3 metros (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2020).

O empilhamento das sacas de ser feitas sobre estrados de madeira, no caso de sementes. Os lastros podem ser feitos diretamente sobre o piso quando ele for do tipo asfáltico, apresentando características de impermeabilidade. Formar as pilhas de acordo com a classificação do produto.

Caso aconteça de vir sacarias de tamanhos diferentes das usadas, evitando que as fiadas possuem o mesmo número de sacas, deverá ser marcado em cada fiada a quantidade de sacas que elas possuem, desde que ele seja diferente do que foi disposto para o lastro.

Os vãos entre os blocos de pilhas e entre a parede e esses mesmos blocos devem possuir no mínimo 0,80 metro, a largura das ruas devem ter no mínimo 1,20 metro para movimentação manual (sem utilizar empilhadeiras horizontais inclináveis) e 1,80 metro quando é utilizado empilhadeiras horizontais inclináveis.

No uso de sacarias de polipropileno ou similar, deve ser utilizados travamentos dessas pilhas com ripas ou tábuas em qualquer sentido de qualquer dimensão para garantir a estabilidade das pilhas. Quando acontecer o tombamento parcial ou total das pilhas, deve ser realizado o reempilhamento imediato (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2020).

## 5 METOLOGIA

Nesse projeto foi utilizado as ferramentas de gestão para reunir informações para o desenvolvimento de um novo *layout* que atenda a demanda de fluxo de processo do armazém, respeitando a norma NR12 e Armazenagem 30.101.

O armazém de café que está sendo analisado nesse projeto está localizado na cidade de Carmo da Cachoeira, sul de Minas Gerais. Ele é do setor privado e armazena café para produtores rurais associados da região. O armazém possui 18 metros de largura e 31 metros de comprimento, totalizando 558 metros quadrados de área.

Para a estocagem do grão é utilizado sacos de juta e *big bags*; esse saco possui formato quadrangular e as suas medidas quando cheio de café é cerca de 1,2 metros de largura. Para a movimentação desses sacos é utilizado uma empilhadeira do modelo Clark C25 cuja as dimensões são 3,6 metros de comprimento total (incluindo os garfos) e 1,2 metros de largura.

No interior do armazém há maquinários que são utilizados para o beneficiamento do café, são eles: peneiras com medida de 1 metro de largura por 4 metros de comprimento, reservatório (silo) com 2,5 metros largura, 2,5 metros comprimento e 4 metros de altura, densimétrica medindo 1 metro de largura por 2 metros de comprimento e tubos (elevadores) usados para movimentar o café entre os maquinários e no carregamento dos caminhões na parte externa do armazém. Esses equipamentos estão fixados na extremidade direita do armazém em todo o seu comprimento.

A elaboração desse projeto surgiu da necessidade de que o fluxo fosse mais adequado ao processo de estocagem, manuseio e movimentação de sacos de juta ou big-bags no interior do armazém e que os sacos fossem empilhados da maneira adequada para a preservação da qualidade do grão. Durante o período de panha do café ou após ele, há uma movimentação maior de entrada e saída do grão. Com isso, há uma carência maior de armazenamento pois a qualidade do grão depende da maneira que ele é mantido nos armazéns até o momento em que ele é retirado do local e vendido para o comércio interno do Brasil ou exportação.

A coleta de dados foi realizada através de informações e fotos disponibilizadas pelo responsável pelo armazém. Ele enumerou as necessidades e o objetivo que pretende alcançar para que o *layout* atenda adequadamente o processo. A troca de informações possibilitou compreender a situação atual em que se encontra os maquinários, o produto e como é sinalizado o caminho de circulação de pessoas, empilhadeira e caminhões que são carregados ou descarregados com o café para o deslocamento do mesmo até o local de destino.

O armazém se encontra sem a sinalização e delimitação adequada para a movimentação de pessoas e empilhadeira dentro do local, sem a demarcação para a estocagem do café, seja ela em sacos de juta ou big-bags; e sem a marcação do local onde os maquinários estão fixados.

Na figura 13, pode-se observar a vista frontal do armazém, e a partir desta imagem é possível perceber que o local se encontra superlotado, dificultando a armazenagem e o fluxo de trabalho.

Figura 13: Vista frontal do armazém de café.



Fonte: O AUTOR.

A figura 14 apresenta a parte lateral externa do armazém. No fechamento lateral é possível identificar um tubo (elevador) que sai da parte interna do armazém, esse elevador é utilizado para o carregamento dos caminhões. Ele fica fixado na lateral direita quando visto pela parte frontal do armazém.

Figura 14: Vista lateral da parte de fora do armazém.



Fonte: O AUTOR.

A área interna do armazém pode ser observada na figura 15. Nela percebe-se como os *big bags* e os sacos estão armazenados de forma não organizada. A figura mostra também uma parte dos maquinários e uma empilhadeira que é utilizada para movimentar os *big bags* pelo armazém e pelo terreno onde ele está localizado.

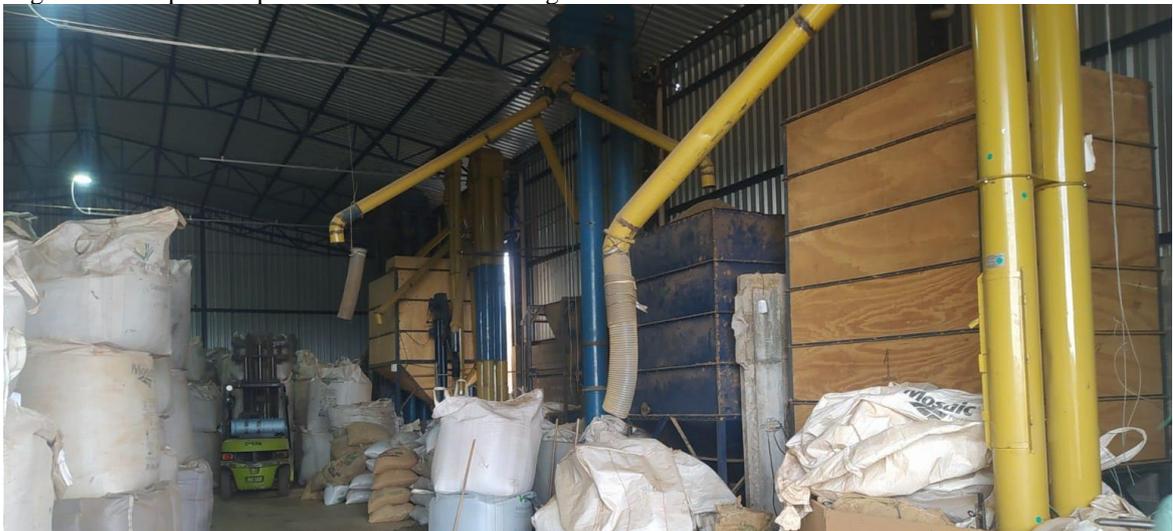
Figura 15: Vista interior do armazém de café.



Fonte: O AUTOR.

O maquinário utilizado no beneficiamento de café pode ser observado na figura 16. Ele é utilizado para fazer a limpeza e separação dos grãos de acordo com seu tamanho para depois transportá-los para caminhões ou para os sacos de armazenagem. Nesse caso, o armazém possui silos, densimétrica, elevadores e peneira de limpeza e separação.

Figura 16: Maquinário para o beneficiamento dos grãos.



Fonte: O AUTOR.

O fluxo de processo é simples, primeiro é descarregado o café dos caminhões ou carretas, depois é levado para o interior do armazém para ser processado e logo após ele é estocado. Ao final desses procedimentos, ele fica dentro do armazém até o momento da venda; e o responsável pelas vendas vai negociar a forma que ele será entregue.

O processamento do café é realizado através das máquinas de beneficiamento. Primeiro ele é colocado na peneira que é responsável por separar as impurezas devido o tamanho e formato que elas se encontram em relação ao grão de café; depois os grãos são transferidos para o silo que fica entre a peneira e a densimétrica. Após ele ser armazenado nesse silo ele é direcionado para a densimétrica que é encarregada por separar os grãos de acordo com o seu tamanho e densidade, para poder realizar a estocagem do café conforme sua classificação.

Os dois primeiros silos que estão na entrada do armazém servem para carregar os caminhões com os grãos de café que estão estocados no local, pois o lugar onde eles estão posicionados facilitam esse processo. Esses maquinários podem ser observados na figura 16, e eles são manuseados por funcionários responsáveis e treinados.

O fluxo de processos como pode-se observar é: descarregar o café, beneficiar, ensacar, armazenar e carregar novamente o caminhão ou carreta no caso da venda. O ponto chave do processo está na maneira que isso é realizado, onde o caminhão é estacionado, qual é o caminho que a empilhadeira percorre, onde é guardado o café e por onde as pessoas circulam no armazém.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A abordagem proposta é dividida em cinco fases, onde cada fase é composta por um determinado conjunto de atividades. Essas fases são iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle, e o encerramento.

Na fase de iniciação é realizado o esclarecimento das expectativas das partes interessadas levando em consideração o objetivo do projeto. Na segunda fase, é desenvolvido a documentação que é utilizada na realização do projeto. Na execução, é coordenado os recursos de gerenciamento entre as partes interessadas, integração e execução das atividades. No monitoramento e controle é analisado, acompanhado e feito adaptações, se necessários, no desenvolvimento e progresso do projeto. A quinta e última fase, encerramento, é responsável por confirmar a conclusão das etapas e sendo assim, finalizar todo o projeto.

### 6.1 Fase de iniciação

O projeto se inicia com a definição de qual área será modificada em relação ao seu arranjo físico. Esse é o momento mais importante do projeto pois nessa etapa é esclarecida as razões para iniciar a reestruturação do *layout*. Antes de iniciar é preciso ver o que realmente deve ser preciso para melhorar o fluxo, pois dependendo da situação, os sacos vão estar apenas melhor organizados, não alcançando os resultados esperados.

Para esse projeto é proposto a mudança no *layout* de um armazém de café que possui uma desorganização das sacas e *big bags* de café no interior do local. Essa desorganização causa dificuldade no fluxo do processo de armazenagem e retirada do produto, bloqueio no manuseio do maquinário de beneficiamento, complexidade em encontrar a saca desejada e estar propício a acidentes com os funcionários durante a movimentação do estoque devido o pouco espaço de circulação.

Durante a realização do projeto, o líder e o responsável por decidir o que deve ser modificado é o funcionário que gerencia o estoque devido seu conhecimento do processo. E os demais funcionários irão desempenhar seus papéis durante a reestruturação do *layout*, juntamente com os profissionais que irão mover os maquinários, caso necessite.

Para que esse projeto atenda as especificações é preciso que o *layout* tenha as seguintes dimensões:

- a) Largura: deixar uma passagem de ar de 0,8 metros da esquerda para a direita à partir da parede; depois 8,4 metros para o armazenamento dos *big bags* e sacos de juta; ao lado deverá

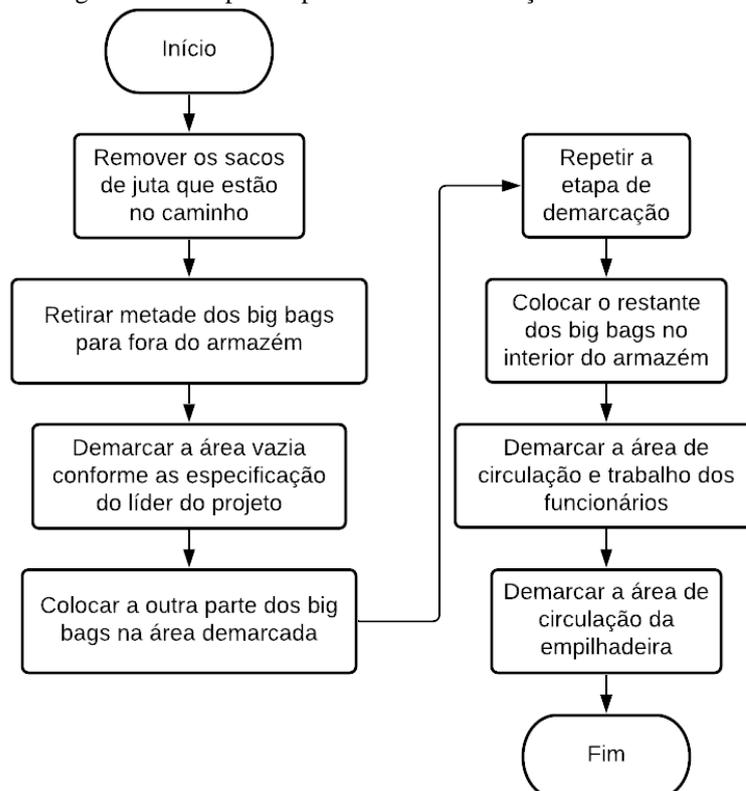
ter 3,9 metros para o corredor de trabalho da empilhadeira; depois um corredor de 1,2 metros para a circulação dos funcionários, e por final 3,7 metros que é ocupado pelas máquinas e a movimentação dos trabalhadores durante sua operação.

b) comprimento: deixar uma passagem de ar de 0,8 metros em ambas extremidades, e em cada local destinado aos *big bags* e sacos de juta deverá ter 7,2 metros, e entre cada um deles ter um corredor de 3,9 metros para a passagem da empilhadeira. No lado direito do corredor da empilhadeira não haverá modificações pois a posição em que eles estão são as melhores para esse processo; sendo assim, ficando 4 metros da entrada até o primeiro silo com espaço livre, depois os dois silos, a peneira, o terceiro silo, e no final a densimétrica, deixando um vão de 2,7 metros entre cada um desses maquinários para os elevadores e manuseio do café.

Os valores do corredor e das dimensões da empilhadeira são encontrados no catálogo do fabricante conforme a marca e modelo, sendo o modelo C25 e a marca Clark The Forklift.

A restrição do projeto é que ele seja realizado em apenas um dia, que esse dia esteja ensolarado para que o café não tenha contato com a chuva ou umidade, e deverá ter muito cuidado com o manuseio dos *big bags* e sacos de juta para que eles não se rompam e derrubem os grãos. O serviço deverá ser realizado conforme o fluxograma 01, que contém cada etapa a ser seguida durante a realização da reestruturação do armazém de café.

Fluxograma 01: Etapas do processo de demarcação.



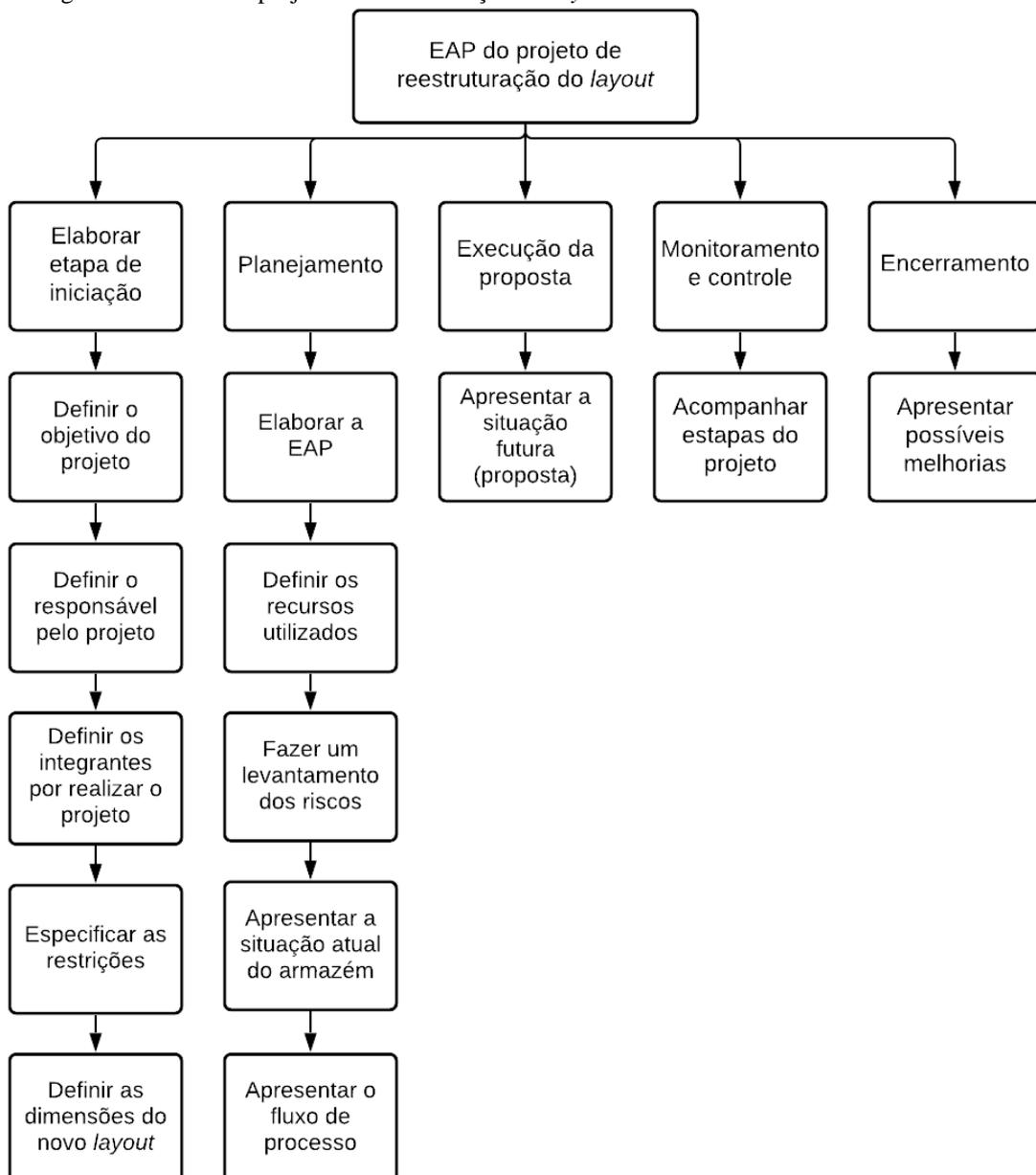
Fonte: O AUTOR.

Ao final da realização das etapas dispostas no diagrama 01, o armazém já estará com seu *layout* reconfigurado e as demarcações finalizadas conforme as especificações do líder do projeto.

## 6.2 Fase de planejamento

Na fase de planejamento é elaborado a documentação para o gerenciamento do projeto, ou seja, a EAP. Ela contém todas as atividades que devem ser realizadas de acordo com a sequência do grupo de processos do PMBOK, conforme pode ser observado no fluxograma 02.

Fluxograma 02: EAP do projeto de reestruturação do *layout*.



Fonte: O AUTOR.

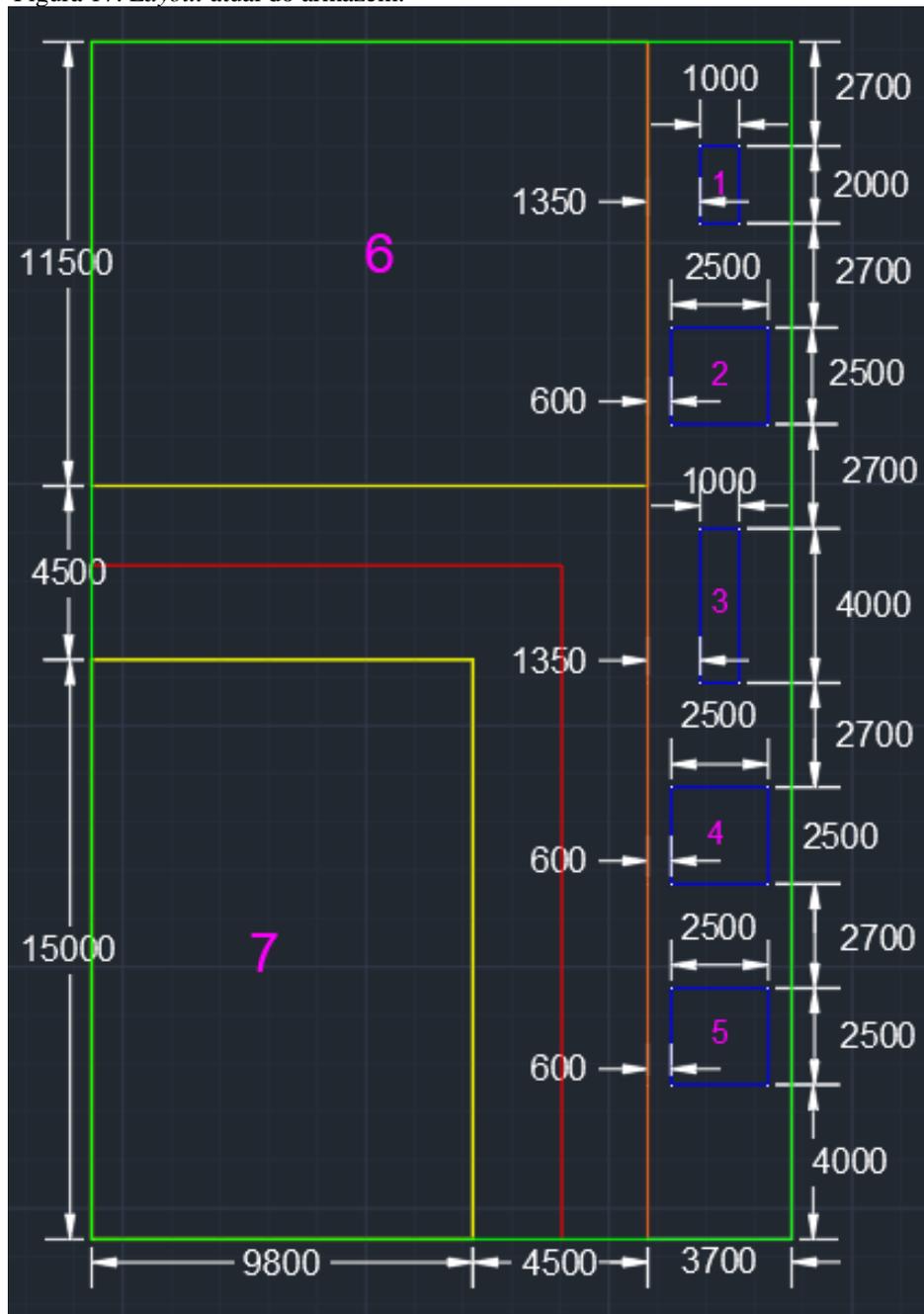
No fluxograma 02, é identificado as partes que devem ser realizadas para a elaboração do projeto, os recursos que serão utilizados, os riscos, o *layout* atual do armazém e o fluxo de processo. É definido também as cinco macro etapas que são identificadas pela ferramenta de gestão PMBOK. Dentro de cada etapa é definido as tarefas que precisam ser cumpridas conforme a demanda do projeto.

No desenvolvimento do novo *layout*, é utilizado alguns recursos que são essenciais para o projeto, são eles: pessoal capacitado, empilhadeira para a movimentação da carga, materiais usados na demarcação, como: trenas, tintas, pincéis, tiner e fita zebra para demarcar o local onde o serviço está sendo realizado.

A demarcação do local do serviço é realizada para evitar acidentes devido a movimentação das empilhadeiras que podem causar algum atropelamento ou uma possível queda de *big bag*. Os riscos do projeto são ambientais, como a chuva no momento da demarcação, pois é necessário a retirada de parte da mercadoria, pois caso entre em contato com a umidade a qualidade do café é afetada, prejudicando no valor aquisitivo do produto.

No momento o armazém se encontra com um *layout* de difícil acesso aos *big bags*, que consequentemente afetam no tempo de retirada de determinado lote. Os maquinários estão com bastante sacos de café ao seu redor e isso atrapalha na utilização e acesso a eles. O local de movimentação de pessoas não é demarcado e as empilhadeiras não tem uma circulação facilitada como pode ser observado nas figuras 15 e 16.

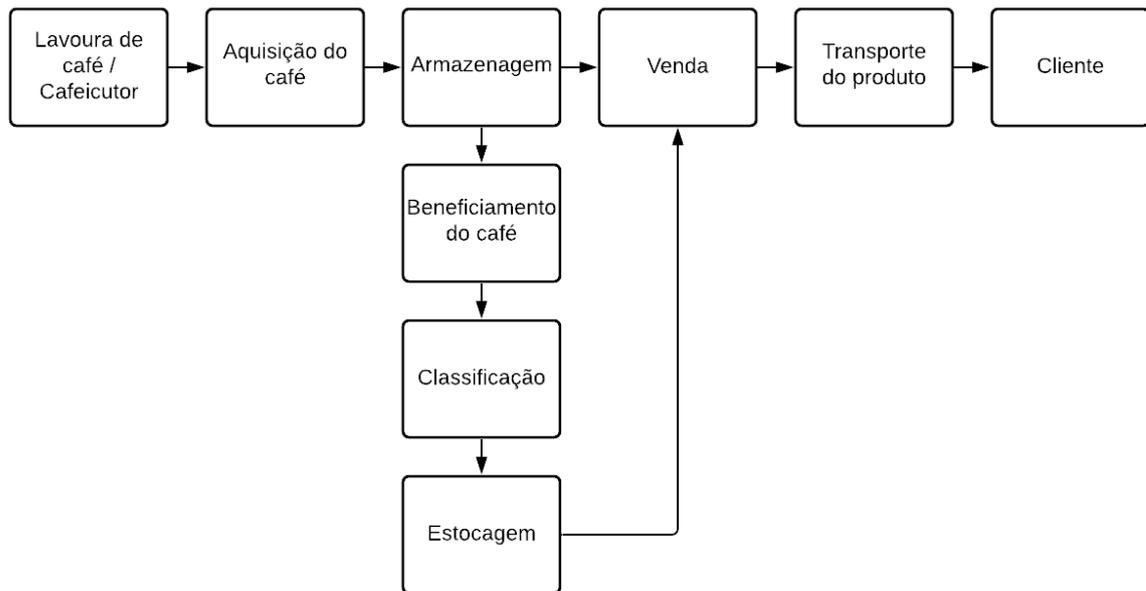
Na figura 17 pode-se observar o *layout* da situação atual do armazém, representada em blocos e linhas. A linha amarela representa o local onde está localizado os *big bags*; a linha vermelha é a linha de centro por onde circula a empilhadeira; em azul os maquinários; a linha verde a demarcação dos limites do armazém; a linha laranja os limites entre onde os equipamentos estão localizados, o corredor de passagem da empilhadeira e onde estão estocados o café, e a linha branca as cotas. O número 1 representa o local onde está a densimétrica, o número 2, 4 e 5 os silos, o número 3 a peneira e os números 6 e 7 os locais onde devem ser colocados os *big bags*. Os valores das cotas estão em milímetros.

Figura 17: *Layout* atual do armazém.

Fonte: O AUTOR.

No mapa do fluxo de valor é apresentado as etapas em que o café é submetido, sendo primeiro a colheita nas lavouras, depois o transporte para os armazéns ou cooperativas para que ele possa ser beneficiado. No armazém, é realizada a separação do grão de acordo com sua classificação devido as suas características, é armazenado e depois vendido. Para representar essas etapas descritas é utilizado o diagrama 03 que demonstra o fluxo de valor do produto em questão.

Diagrama 03: Mapa do Fluxo de Valor.

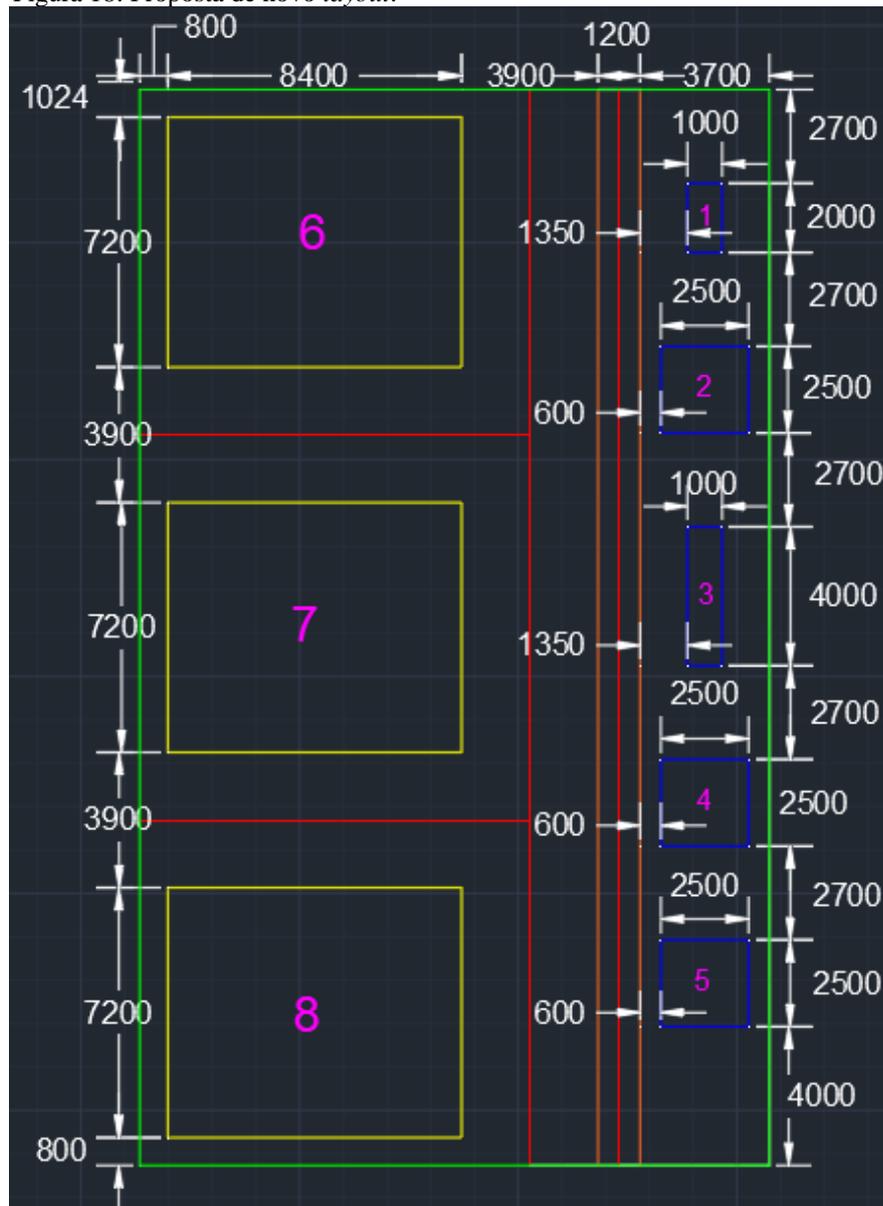


Fonte: O AUTOR.

O cliente pode ser classificado em interno ou externo, pois a maior parte do café produzido no Brasil é exportado. No caso da exportação, o café é retirado do armazém ou cooperativa em graneleiro ou carga seca até os portos, depois é transferido para containers que podem transportar a granel, juta ou bag.

### 6.3 Fase de execução

Neste momento é implantado o projeto juntamente com os responsáveis de acordo com o que foi proposto na fase de iniciação do projeto. Desta maneira, a reestruturação começa a ser desenvolvida primeiramente em um modelo de *layout* virtual, após a aprovação ele passa a ser implantado fisicamente no armazém. A proposta de *layout* pode ser observada na figura 18, que demonstra como será o novo arranjo físico conforme especificado na fase de iniciação.

Figura 18: Proposta de novo *layout*.

Fonte: O AUTOR.

A figura 18, demonstra a proposta do novo *layout* para o armazém. Pode-se perceber que o fluxo é melhor e que o arranjo físico está no modelo em linha, que nesse caso representa melhor esse processo. Pois, o café é colocado nas máquinas para que seja realizada limpeza deste e depois ele é ensacado e armazenado. A linha amarela representa o local onde está disposto os *big bags*; a linha vermelha é a linha de centro por onde circula a empilhadeira e circulação das pessoas no corredor; em azul os maquinários; a linha verde é a demarcação dos limites do armazém; a linha laranja é o corredor de passagem de pessoas; e a linha branca as cotas. O número 1 representa o local onde está a densimétrica, o número 2, 4 e 5 os silos, o número 3 a peneira e os números 6, 7 e 8 os locais onde devem ser colocados os *big bags*. Os valores das cotas estão em milímetros.

#### **6.4 Fase de monitoramento e controle**

O processo de monitoramento e controle corresponde a coleta e análise das informações de desenvolvimento do projeto, administrando as etapas e realizando as modificações necessárias. Neste momento o projeto será apenas monitorado na etapa de desenvolvimento das documentação e modelo de apresentação, pois não haverá a implementação física do projeto.

Desta forma, as etapas de desenvolvimento do *layout* foram monitoradas durante todo o período de coleta de informações e progresso nas realização das atividades, a fim de que seja entregue o melhor modelo e que atenda as necessidades do proprietário do armazém. A primeiro momento não foi realizado nenhuma modificação no *layout* proposto, uma vez que não seja preciso mover as máquinas de beneficiamento do café.

#### **6.5 Fase de encerramento**

A fase de encerramento é responsável por finalizar todas as etapas desenvolvidas anteriormente e reunir as informações para a apresentação final do projeto. Com a finalização de todo o projeto pode-se apresentar a proposta final para uma futura implantação deste, de forma de facilite o processo de limpeza, secagem, separação e armazenamento do café dentro do armazém, visando um ambiente de fácil acesso e seguro, de maneira que não ocorra acidentes.

Com a aprovação das partes interessadas, pode-se apresentar como resultado do projeto o *layout* representado pela figura 18. E os benefícios que são adquiridos compreende a segurança dos funcionários a possível queda de *big bags*, segurança durante o manuseio das máquinas pois não haverá sacos espalhados pelo caminho e próximos a estes equipamentos, facilidade em encontrar algum lote específico, movimentação dos *big bags*, melhor ventilação devido ao espaçamento entre os sacos e a parede, e evitando o contato com uma possível umidade.

## 7 CONCLUSÃO

Com as informações adquiridas aplicando a ferramenta de gestão PMBOK e as normas NR12 e de Armazenagem 30.101 compatíveis com armazéns de café, foi possível desenvolver um arranjo físico adequado para esse armazém que atenda às necessidades do processo utilizado e a segurança dos trabalhadores.

A elaboração de um novo arranjo físico não se trata apenas de reorganizar as máquinas de forma que não causam acidentes ou melhorem o fluxo de pessoas e máquinas, nesse caso, uma empilhadeira. Pois, se assim o fizer será um desperdício de tempo; ociosidade de máquinas e pessoas; gastos desnecessários com a movimentação de máquinas, produtos e recursos para a implantação do novo *layout*.

A proposta do novo arranjo físico não foi implantada devido o grande fluxo de trabalho que eles se encontram, pois está tendo uma grande circulação de compra e venda. Optou-se por esperar o fluxo de entrada e saída diminuir para realizar esse projeto, pois os *big bags* já estão estocados de maneira que eles já sabem onde estão localizados.

O *layout* em linha que foi proposto no projeto é o mais adequado devido as dimensões e disposição das máquinas, uma vez que as máquinas estão dispostas adequadamente em relação ao processo de beneficiamento, pois elas contribuem para que o processo seja ágil e eficiente.

Os benefícios do projeto são percebidos com a separação dos *big bags* em conjuntos menores como proposto no novo *layout* pois facilita no processo de mapeamento e localização de determinada saca. O espaço que é deixado entre as sacas e as paredes do armazém garante a passagem de ar e com isso evitam o contato com a umidade que afeta o grão. A demarcação do local das máquinas e da faixa de passagem dos funcionários oferece mais segurança durante a circulação ou manuseio dos equipamentos e silos, pois tem-se um limite até onde as empilhadeiras devem circular, uma vez que elas tem a demarcação dos corredores suficientes para as manobras durante a movimentação dos *big bags* ou sacos de juta.

Devido a pandemia não foi possível realizar a visita no local para conhecer as instalações. No futuro é proposto que seja implementado esse modelo de *layout* utilizando as ferramentas propostas. Para suprir a escassez de espaço seria conveniente construir um novo armazém e se possível maior para comportar o grande volume de sacas; implantar um sistema de controle de umidade e circulação de ar para manter os grãos em condições adequadas; e utilizar ferramentas de controle de estoque e identificação das sacas.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Guilherme Augusto Machado de. Fatores de escolha entre metodologias de desenvolvimento de software tradicionais e ágeis. São Paulo, SP, 2017. p. 105. Dissertação de mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Norma Regulamentadora NR 12: segurança no trabalho em máquinas e equipamentos. 2019.
- CLARK THE FORKLIFT. C 20/25/30/35: catálogo. 2010. 2p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Armazenagem 30.101: Sistema de Operações Subsistema de Rede Armazenadora Própria – Ambiente Natural. 2020.
- DIOGO JUNIOR, Amâncio et al. Manual NR12 reduzido. 1. ed. 2015. 52 p. Disponível em: <[https://sindusfarma.org.br/cadastro/public/uploads/publicacoes/arquivos/108/manual\\_nr12\\_reduzido.pdf](https://sindusfarma.org.br/cadastro/public/uploads/publicacoes/arquivos/108/manual_nr12_reduzido.pdf)>. Acesso em: 7 mar. 2021.
- DITZ, Darlei Rodrigo. Contribuições para o projeto de *layout* fabril orientado ao fluxo em um ambiente de manufatura enxuta. Florianópolis, SC, 2010. p. 90. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Catarina.
- GORGULHO JÚNIOR, José Hamilton Chaves. Análise do desempenho dos arranjos físicos distribuídos em ambientes de roteamento de tarefas com flexibilidade de sequência de fabricação. São Carlos, SP, 2007. p. 427. Dissertação de doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.
- JAMALI, Gholamreza; OVEISI, Mina. A Study on Project Management Based on PMBOK and PRINCE2. Canadian Center of Science and Education, Canadian, v. 10, n. 6, p 142-146. 2016. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/7cf6/bc6583311e0086d82fad396af945392bb67c.pdf>>. Acesso em: 14 mar. 2021.
- MINISTÉRIO DO TRABALHO E PREVIDÊNCIA. Normas Regulamentadoras NR. 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/seguranca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/normas-regulamentadoras-nrs>>. Acesso em: 29 out. 2021.
- NORO, Greice de Bem. A Gestão de Stakeholders em Gestão de Projetos. Revista de Gestão e Projetos, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 127-158, jan.-abr. 2012.
- OLIVEIRA, Ronielton Rezende; Martins, Henrique Cordeiro. Desempenho do escritório de gerenciamento de projetos: divergência de percepções entre a instrução acadêmica e a Vicência profissional. Innovar, Belo Horizonte, v. 30, n. 75, p. 119-134, jan-mar. 2020.
- PAHL; Gerhard et al. Projeto na Engenharia: fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2005.

PEINADO, Jurandir; GRAEML, Alexandre Reis. Administração da Produção (Operações Industriais e de Serviços). 1. ed. Curitiba: UnicenP, 2007.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. Guia PMBOK: Um Guia para o Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos, 6. ed. Pennsylvania: Project Management Institute, 2017.

SILVA, Alessandro Lucas da. Desenvolvimento de um modelo de análise e projeto de *layout* industrial, em ambientes de alta variedade de peças, orientado para a Produção Enxuta. São Carlos, SP, 2009. p. 244. Dissertação de doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo.

SILVA, Alessandro Lucas da; RENTES, Antonio Freitas. Um modelo de projeto de *layout* para ambientes job shop com alta variedade de peças baseado nos conceitos da produção enxuta. Revista Gestão & Produção, São Carlos, v. 19, n. 3, p. 531-541, abr. 2012.

SIQUEIRA, Luciene Diana; CRISPIM, Sergio Feliciano; GASPAR, Marcos Antonio. A influência do escritório de projetos e da estrutura organizacional projetizada no alinhamento dos projetos de tecnologia da informação aos modelos de negócios. Revista Gestão & Tecnologia, Minas Gerais, v. 17, n. 2, p. 66-92, maio-ago. 2017.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. Administração da Produção. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TERRIBILI FILHO, Armando. Gerenciamento de Projetos em 7 passos: uma abordagem prática. São Paulo: M. Books do Brasil Editora Ltda, 2011.